HC 4NRQ N

THE

LIBRARY

Discarded

OF THE

ASSOCIATION

OF THE

ALUMNI

OF THE

COLLEGE

OF

PHYSICIANS AND SURGEONS

IN THE

CITY OF NE[illegible]ORK

SCHOOL OF MEDICINE OF [illegible]

Discarded

THE

LIBRARY

OF THE

ASSOCIATION

OF THE

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

CITY OF NEW YORK

SCHOOL OF MEDICINE OF COLUMBIA UNIVERSITY

Untersuchungen

über

Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen

thierischer und pflanzlicher Zellen.

Von

Prof. Dr. C. Frommann.

Mit drei lithographischen Tafeln.

(Separat-Abdruck aus der Jen. Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XVII. N. F. X. Bd.)

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1884.

2. Am. 248

Inhaltsübersicht.

Erster Abschnitt.

Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer Zellen.

Seite

I. Spontan und nach Einwirkung physikalischer und chemischer Agentien eintretende Veränderungen der Krebsblutkörper.

1. Spontan eintretende Umbildungen.

Körner- und Körnchenzellen, körnerhaltige Plasmaklumpen und frei im Blut suspendirte Körner 2

Veränderungen umgebildeter Körner- und Körnchenzellen 24

Blass granulirte Zellen 25

Zellen ohne Kern und Kernanlage 34

Verhalten der Zellen innerhalb der Kiemengefässe 35

Beschaffenheit abgestorbener Zellen 37

Besprechung der Befunde 39

2. Umbildungen nach Einwirkungen inducirter Ströme.

Körner- und Körnchenzellen im entleerten Blut 50

„ „ „ innerhalb der Gefässe 64

Zellen ohne Kern und Kernanlage 64

3. Umbildungen unter dem Einfluss erhöhter Temperatur 70

4. Veränderungen unter Einwirkung chemischer Agentien.

Wirkung von Wasser 71

„ „ Theerfarbstoffen 74

Seite

Wirkung von Alkohol 76
„ „ Pikrokarmin 77
„ „ Säuren 79
„ „ Liq. Kali caustic. 90
„ „ Sodalösung 91
„ „ Chlornatriumlösung 93
„ „ Chlorkaliumlösung 106
„ „ Zuckerlösung 113
„ „ Strychninlösung 114

II. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme eintretende Veränderungen der Muskelkörner von Krebsen 115

III. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme eintretende Veränderungen der Blutkörper von Asellus aquaticus 116

IV. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme eintretende Veränderungen der Blutkörper von Salamandra mac. 118

V. Spontan, nach Einwirkung induc. Ströme und nach Einwirkung von Essigsäure eintretende Veränderungen der Froschblutkörper 127

VI. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme in Flimmerzellen von der Rachenschleimhaut des Froschs eintretende Veränderungen 142

VII. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme eintretende Veränderungen der Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen 146

VIII. Veränderungen der Blutkörper der Puppen von Dasichyra pudibunda und Deilephila Euphorbiae durch induc. Ströme 149

IX. Spontan eintretende Umbildungen der Plasmanetze in den Tentakeln von Hydra f. und Veränderungen der Körnerhaufen des Entoderm's durch inducirte Ströme 151

X. Uebersicht der Befunde von spontan und unter dem Einfluss induc. Ströme in Blutkörpern und in Gewebszellen sich entwickelnden Veränderungen 154

XI. Ueber Kern- und Zellstrukturen 177

XII. Struktur der Epidermiszellen des Hühnchens in der 3. Woche der Bebrütung 214

XIII. Struktur der Fettzellen und ihrer Membran . . 217

Seite

XIV. Ueber einige die normale und pathologische Histologie der Nervencentren betreffende Strukturverhältnisse 220

Zweiter Abschnitt.

Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen pflanzlicher Zellen.

XV. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme eintretende Umbildungen des Inhalts der Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium zonale . . . 255

XVI. Spontan und nach Einwirkung induc. Ströme eintretende Veränderungen des Inhalts der Epithelzellen von den Kronenblättern der Blüthe von Coreopsis bicolor 272

XVII. Struktur der Epidermis- und Mesophyllzellen von Sanseviera carnea und Verhalten derselben zu physikalischen und chemischen Agentien . 275

XVIII. Ueber einige Vorgänge in Zellen mit Plasmaströmung 310

XIX. Ueber Struktur der Zellmembranen und über Membranlücken 314

Vorbemerkungen.

Die nächste Veranlassung zu den vorliegenden Untersuchungen gaben Beobachtungen über den überraschenden Einfluss, welchen inducirte Ströme auf den Ablauf der in Krebsblutkörpern sich vollziehenden Umbildungen ausüben. Es schien mir von Interesse, auch die Blutkörper anderer Thiere und ebenso Gewebszellen auf ihr Verhalten gegenüber Induktionsströmen einer Prüfung zu unterziehen und mussten desshalb zunächst die Veränderungen festgestellt werden, welche in den betreffenden Zellen sich spontan, als Ausdruck der in ihnen thätigen Kräfte, entwickeln. Es ergab sich, dass die durch elektrische Reizung zu Stande kommenden und zum Theil sehr auffallenden Veränderungen, doch ihrer Art nach nicht wesentlich verschieden sind von den schon spontan entstehenden, dass sie aber sich rascher als die letzteren entwickeln und mitunter, namentlich bei etwas länger fortgesetzter Einwirkung der Ströme, zu tiefer greifenden Strukturveränderungen führen. Die in Pflanzenzellen spontan und nach elektrischer Reizung sich vollziehenden Umbildungen zeigten im Einzelnen zwar, sowohl in Betreff der Kerne als des Zellkörpers, auffallende Analogien mit den in thierischen Zellen beobachteten, dagegen boten die nach ihrem Ablauf zurückbleibenden Strukturen des Zellkörpers zum Theil eine besondere und abweichende Beschaffenheit dar.

Eine Prüfung des Verhaltens der Untersuchungsobjekte chemischen Agentien gegenüber war zunächst mit Bezug auf die Wirkung von Säuren vorgenommen worden. Es handelte sich darum, die Veränderungen festzustellen, welche die der Umbildung fähigen Substanzen und die aus ihnen gebildeten Theile durch Säuren erfahren und namentlich um die Frage, ob die nach Einwirkung der letzteren sichtbar werdenden Kerne nur deutlich gemacht worden oder neu entstanden sind und somit nur kernähnliche Kunstprodukte darstellen. Ausser der Wirkung der Säuren

wurden an den Krebsblutkörpern und an den Epidermis- und Mesophyllzellen von Sanseviera carnea noch die zum Theil sehr bemerkenswerthen Veränderungen verfolgt, welche eine Anzahl anderer Reagentien im Zellinhalt hervorrufen.

In Betreff der elementaren Strukturverhältnisse von Kern und Zellsubstanz haben mir die fortgesetzten Untersuchungen nur eine Bestätigung und Erweiterung von früheren Befunden geliefert.

Herr Professor Preyer hat in freundlichster Weise mir die fortgesetzte Benutzung der Instrumente und Apparate des hiesigen physiologischen Instituts gestattet und benutze ich gerne diese Gelegenheit, ihm meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

I. Spontan und nach Einwirkung physikalischer und chemischer Agentien eintretende Veränderungen der Krebsblutkörper.

1) Spontan eintretende Umbildungen der Krebsblutkörper.

Die spontan eintretenden Umbildungen der Krebsblutkörper sind von Heitzmann und mir bereits früher geschildert worden. Da in Betreff der Bildung des Kerns aus der Kernanlage, der Veränderungen der Körner, der Betheiligung der Körner und Körnchen an Bildung des Kerns wie in Betreff der nachträglichen Veränderungen der Zellen meine früheren Beobachtungen sehr wesentliche Erweiterungen und Zusätze erfahren haben, schien es zweckmässiger, statt der Besprechung der letzteren mit blosser Bezugnahme auf die früheren Beobachtungen eine neue, zusammenhängende Darstellung der in den Zellen ablaufenden Vorgänge zu geben.

Die im frischen Blut vom lebenden Thier enthaltenen Zellen zeigen sehr auffallende Verschiedenheiten nach ihrer Grösse und Form, nach Beschaffenheit des Zellkörpers und seiner Befähigung zu amöboiden Bewegungen wie nach Vorhandensein oder Fehlen eines deutlichen Kerns. Am verbreitetsten finden sich die folgenden 2 Zellformen:

1) Körner und Körnchenzellen, denen ein deutlicher und wohl abgegrenzter Kern in der Regel fehlt und deren Körner und Körnchen unter mehr oder weniger lebhaften amöboiden Bewegungen des Zellkörpers sich verflüssigen, während sich ein Kern mit deutlicher Hülle und Stroma entwickelt und 2) Zellen mit glän-

zendem, von einer mehr oder minder mächtigen Schicht hyalinen Plasmas umgebenen Kern, an denen Strukturveränderungen nicht eintreten.

1) Körner- und Körnchenzellen.

Der bei Weitem grösste Theil des Zellkörpers der Körnerzellen wird eingenommen von derben, runden, ovalen oder 3—6-eckigen einfach brechenden Körnern, welche durch ihren starken Glanz, ihre Grösse und gelbliche Färbung sehr auffallend vortreten und, wie sich dies an rotirenden Zellen leicht erkennen lässt, bald einen rundlichen oder ovalen compakten Haufen mit häufig höckriger Oberfläche bilden, bald eine flachere, linsenförmige Schicht, die nach den Rändern hin an Dicke abnimmt oder im Bereiche eines Theils ihres Umfangs sich wieder wulstig verdickt. Einzelne Körnerhaufen besitzen eine abweichende Form, sind annähernd hufeisenförmig gekrümmt oder in der Mitte mehr oder weniger tief eingeschnürt oder es hat sich von der Hauptmasse der Körner eine kleine Portion unvollständig abgeschnürt und hängt mit der letzteren durch einen kurzen Stiel hyalinen Plasmas zusammen. Kleine Klumpen körnerhaltigen Plasmas ohne Kern oder Kernanlage, die vereinzelt frei in der Blutflüssigkeit suspendirt sind, weisen darauf hin, dass es unter Umständen zu einer völligen Abschnürung kommen kann. Fasst man die einzelnen Körner schärfer in's Auge, so sieht man benachbarte nicht nur untereinander durch feine Fäden verbunden, welche die schmalen Spalten zwischen ihnen durchsetzen und überbrücken, sondern man sieht ähnliche Fäden auch über einzelne der Körner hinwegziehen, dieselben umstricken. Das den Körnerhaufen vollständig oder theilweise umschliessende homogene Plasma, das Hyaloplasma, tritt bald in Form einer schmalen, schalenartigen Hülle vor, bald in Form isolirter oder von der letzteren ausgehender strahliger, zackiger oder buckelförmiger, in mehr oder weniger lebhaftem Formenwechsel begriffener Fortsätze und füllt die Spalträume wie vereinzelte grössere Lücken zwischen den Körnern und Körnchen.

Im Innern der Körnerhaufen, ganz oder theilweise von ihnen umschlossen, findet sich nur selten ein deutlicher Kern, dessen Hülle und Stroma blass und nur ganz ausnahmsweise glänzend sind. In der Regel umschliesst dagegen der Körnerhaufe mehr oder weniger vollständig einen blassen, grauen, meist runden oder

ovalen, mitunter birnförmigen oder kurzcylindrischen Körper. Ich habe denselben als Kernanlage bezeichnet, weil er aus kernbildender Substanz besteht und aus ihm allein oder unter nachweislicher Betheiligung der Körner oder Körnchen sich erst ein scharf vortretender Kern mit glänzender Hülle und Stroma entwickelt. Die Kernanlagen, Kerne mit blassem und solche mit glänzendem Stroma sind nur Modifikationen ein und derselben Substanz, und wie man überhaupt zwischen homogenen Kernen und solchen mit deutlich entwickeltem Stroma und Hülle unterscheidet, so würde hier keine Veranlassung vorliegen, die Bezeichnung Kernanlage zu gebrauchen, wenn sich nicht aus derselben erst blasse und dann glänzende Kerne entwickelten und es ziemlich umständlich sein würde, statt des einen Worts Kernanlage die Bezeichnung blasse und homogene Kerne oder blasse, feinkörnigfädig differenzirte Kerne zu gebrauchen. Die Kernanlage besitzt eine dichtere Beschaffenheit als das Hyaloplasma und ist auch an Stellen, wo Körner fehlen und wo sie unmittelbar an das letztere grenzt, von demselben durch ihr anderes Brechungsvermögen und ihr dunkleres Aussehen zwar nicht scharf, aber doch hinlänglich deutlich abzugrenzen. Aus ihren Formveränderungen wie aus ihren Verschiebungen durch die Bewegungen des Hyaloplasma, durch welche sie mitunter theilweise aus der Zelle ausgepresst wird, geht hervor, dass sie eine wechselnde, bald mehr zähflüssige, bald dichtere, steif gallertige Consistenz besitzt. Die Beschaffenheit der Kernanlage lässt sich nur dann deutlich erkennen, wenn sie nicht von Körnern oder Körnchen ganz umschlossen und bedeckt wird; es finden sich aber ziemlich häufig Zellen, deren Kernanlage entweder mit einem Theil ihres Umfangs schon frei liegt, oder wo der letztere während der Verschiebungen der Körner und Körnchen frei vortritt. Sie erscheint dann entweder ganz homogen oder schliesst nur undeutlich einzelne dichtere, nicht deutlich begrenzte Gebilde vom Umfang kleiner Körner wie einzelne blasse Körnchen ein (Fig. 4*a*, 7*a*, 8*a*) oder besitzt, bald nur in ihren peripheren oder in ihren centralen Abschnitten, bald in ihrer ganzen Dicke ein mehr oder weniger dichtes, sehr blasses, feinkörnig-fädiges oder stellenweise auch zartnetzförmiges Gefüge. Auch im letzteren Fall schliesst sie mitunter einzelne derbere, aber ebenfalls sehr blasse und nicht deutlich kontourirte kernkörperchenartige oder faserige Gebilde ein (Fig. 11*a*). Der Umfang der ganz oder in der Peripherie homogenen Kern-

anlagen grenzt sich von den umgebenden Körnern mehr oder weniger deutlich und häufig ziemlich scharf durch die hellen Diffraktionslinien ab, welche die letzteren umsäumen, Körner und Kernanlagen hängen aber andererseits durch feine Fäden oder zackige Fortsätze zusammen, welche vom Umfang der letzteren abgehend, sich zum Theil mit den Körnern verbinden, zum Theil in etwas weitere Spalten zwischen denselben treten. Hat dagegen die Peripherie der Kernanlage eine körnig-fädige Beschaffenheit, so lässt sie sich von den umgebenden Körnern und den in Lücken zwischen denselben befindlichen Körnchen und Fäden nicht deutlich sondern oder nur soweit, als die Fäden und Körnchenreihen ihrer Peripherie concentrisch zur Grenzlinie der innersten Körnerreihe verlaufen, aber auch in diesem Falle hängen der Peripherie der Kernanlage angehörige Fäden theils mit benachbarten Körnern zusammen, theils setzen sie sich in die Lücken zwischen denselben fort. An manchen im Innern homogenen Kernanlagen hat sich ihre blass körnig-fädige Peripherie bei dichterer Stellung der Körnchen und Fäden zu einer zarten Hülle verdichtet, die im Durchschnitt in Form eines blassen fädigen, häufig durch kleine Lücken oder Körnchenreihen unterbrochenen Saums vortritt, so dass dann die Kernanlage wieder schärfer als bei lockerer und weniger gleichmässiger Vertheilung der Körnchen und Fäden von den Körnchen abgegrenzt erscheint. Kernanlagen, die in ihrer ganzen Dicke eine körnig-fädige Beschaffenheit besitzen, unterscheiden sich zwar von den hie und da im Innern der noch unveränderten Körnerhaufen vorkommenden Kernen mit blassem Stroma durch die dichtere Stellung und grössere Feinheit ihrer Körnchen und Fäden, wesentlicher aber durch den Umstand, dass Stroma und Hülle der blassen Kerne beim Glänzendwerden, so wie sie vortreten, erhalten bleiben oder nur Veränderungen ihrer Grösse und Form erfahren, während der körnig-fädige Inhalt der Kernanlage bei ihrer Umwandlung in einen glänzenden Kern ganz schwindet und zur Bildung des neuen Stromas und der Hülle verbraucht wird, die entweder schon unmittelbar nach ihrer Bildung ein glänzendes Aussehen besitzen, oder erst kürzere oder längere Zeit blass bleiben, um dann rasch oder allmählig glänzend und scharf kontourirt zu werden.

Behält man eine Körnerzelle für einige Zeit im Auge, so sieht man, wie einzelne oder mehrere Körner ihre gegenseitige Lage verändern, theils von einander ab-, theils in das umgebende Hy-

aloplasma hinausrücken, so dass der ganze Haufe eine unregelmässige und häufig maulbeerförmige Begrenzung erhält (Fig. 7 u. 8, *a* u. *b*). Dann weichen einzelne Körner oder Gruppen und Reihen derselben weiter von einander, im Innern des Haufens entstehen Lücken, die Anfangs nur dem Umfang einzelner oder mehrerer Körner entsprechen und keine geformten Bestandtheile oder nur spärliche Körnchen und einzelne feine und kurze Fäden enthalten. Während ihrer Lageveränderungen bekommen die Körner zum Theil einen stärkeren Glanz, werden schärfer kontourirt, grösser, verändern ihre Form, verlieren die Ecken und Kanten und verschmelzen untereinander zu grösseren rundlichen, ovalen oder unregelmässig gestalteten Körpern, die häufig ihre Form ändern und mitunter gestielte oder lanzettförmige, sich abschnürende Fortsätze entwickeln. Unter Zunahme der Zahl und Grösse der Lücken, die sich zum Theil nach Aussen, zum Theil nach der Kernanlage zu öffnen und auch untereinander kommuniziren, erlangt das Körneragglomerat mehr und mehr ein durchbrochenes Aussehen, löst sich zu Gruppen und Reihen von Körnern und zu vereinzelt liegenden Körnern auf, welche letztere bei den Bewegungen der Zelle, namentlich bei der Entwicklung von Ausläufern häufig bis in periphere Zellabschnitte fortgezogen werden.

Gleichzeitig mit der Zunahme des Umfangs des Körneragglomerats und den Verschiebungen der einzelnen Körner kommt es zur Bildung von Vakuolen in den letzteren. Nachdem erst ihre centralen Abschnitte heller und weniger glänzend geworden sind, entsteht in denselben eine, mitunter ein oder ein paar Körnchen einschliessende Höhlung und das ganze Gebilde erscheint dann im Durchschnitt unter der Form eines glänzenden, ein helles Innere einschliessenden Rings. Grössere Körner bekommen vor der Vakuolenbildung häufig ein dichtkörniges Aussehen und es entwickelt sich dann erst eine grössere Zahl sehr kleiner Vakuolen, die zu wenigen grösseren oder zu einer einzigen konfluiren. Die Vakuolen können einige Minuten und selbst 10—15 Minuten fortbestehen, während die Körner, in welchen sie sich befinden, sich bald nicht oder nur ihre Form verändern, bald durch Verschmelzen mit benachbarten Körnchen und mit vakuolisirten oder noch soliden Körnern an Umfang zunehmen, es kann ferner ein bereits vakuolisirtes Korn ohne Aenderung seiner Grösse und Form wieder solid werden und dabei in seiner ganzen Dicke ein gleichmässig starkes Brechungsvermögen erlangen oder es bleiben

die centralen, wieder verdichteten Partien etwas schwächer brechend als die peripheren. Später entwickelt sich dann von Neuem eine Vakuole oder das Korn zerfällt zu einzelnen Körnchen. In den meisten Fällen schliesst sich dagegen die Vakuole früher oder später nach ihrer Bildung rasch, wie mit einem Ruck, so dass es auch bei aufmerksamer Beobachtung nicht möglich ist, der mit Austritt des Vakuoleninhalts verbundenen Verkleinerung des Kornumfangs zu folgen. Andere Male schliesst sich die Vakuole langsamer und nicht vollständig, die Verkleinerung des Korns ist erst eine weniger beträchtliche und nimmt mit Schwinden des Restes der Vakuolenflüssigkeit zu. In beiden Fällen bleiben nur ein kleines Korn oder ein Paar kleine glänzende, scharf umschriebene, mitunter in lebhafter oscillirender Bewegung begriffene Körnchen zurück, die häufig auch noch schwinden, indem sie sich ebenfalls verflüssigen oder durch Bewegungen des Hyaloplasma fortgeführt werden.

Während die grosse Mehrzahl der Körner nach vorausgegangener Vakuolisirung schwindet, schwinden einzelne rasch oder allmählig unter zunehmender Verkleinerung, ohne während derselben ihre solide Beschaffenheit zu verlieren und andere zerfallen zu einzelnen erst verwaschen, dann immer schärfer vortretenden glänzenden Körnchen. Nur ganz vereinzelt und ausnahmsweise kommen Körner vor, die sich mehr und mehr vergrössern, verblassen und schliesslich mit dem Hyaloplasma zu verschmelzen scheinen.

Sowohl bei der Vakuolenbildung als bei dem körnigen Zerfall der Körner kommt es nicht blos zur Verflüssigung, sondern gleichzeitig auch zur Verdichtung der Kornsubstanz. Schon an Körnern, deren Inneres ganz von Vakuolenflüssigkeit eingenommen wird, ist der starke Glanz der in Form eines Rings vortretenden Vakuolenhülle auffallend, und wenn sich in grossen Körnern eine oder ein Paar Vakuolen gebildet haben, die nur einen Theil ihres Innern einnehmen, so werden dieselben von einer Substanzschicht umgeben, die ein stärkeres Brechungsvermögen besitzt als die übrige Kornsubstanz und deshalb ebenfalls als ein etwas glänzender Ring vortritt. Ebenso besitzen die Körnchen, zu welchen die Substanz der Körner sich häufig sondert, ein stärkeres Brechungsvermögen als die Substanz des noch unveränderten Korns, wovon man sich an Körnern überzeugen kann, deren eine Hälfte sich zu Körnchen differenzirt hat, während die andere

Hälfte noch ganz homogen ist. Ausnahmsweise sind auch, ohne dass es zur Vakuolenbildung oder zur Differenzirung von Körnchen kommt, Verschiedenheiten im Brechungsvermögen der Kornsubstanz wahrzunehmen, es kann z. B. die eine Hälfte des Kornes beträchtlich schwächer brechend sein, als die andere. Ob es sich bei Bildung der Vakuolenhülle und beim Auftreten von Körnchen blos um eine Verdichtung der Kornsubstanz im eigentlichen Sinne des Worts handelt oder um Differenzirung und Anhäufung einer stärker brechenden, vorher gleichmässig im Korninnern vertheilten Substanz, muss natürlich dahingestellt bleiben; früher oder später verflüssigen sich aber ebenfalls sowohl die Vakuolenhüllen, als die aus der Kornsubstanz differenzirten Körnchen.

Nach Ablauf von 10—25 Minuten sind die meisten Körner geschwunden, an ihrer Stelle wird das Zellinnere durchsetzt von gruppen- und reihenweise auftretenden oder zu netzförmigen Zügen angeordneten feinen glänzenden, vielfach untereinander durch feine Fäden zusammenhängenden Körnchen. Dann verschmelzen die reihenweise gestellten Körnchen zum Theil zu glatten oder auch zu gekörnten, glänzenden Fäden, die sich zur Bildung von Netzen [1]) vereinigen oder die Zelle in Form eines Fachwerks mit

---

[1]) Flemming (Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung p. 47) hat ein kontinuirliches Netzwerk, wie es nach ihm von Heitzmann und von mir beschrieben worden ist, nicht gesehen und es scheint ihm die Behauptung, dass ein solches vorläge, über Das hinauszugehen, was sich beim besten Licht und mit den besten Linsen feststellen lässt, obwohl er die Möglichkeit, dass es so sein kann, nicht anfechten will.

Ich habe dagegen in der bezüglichen Arbeit (zur Lehre von der Struktur der Zellen. Jenaische Zeitschrift, Bd. IX, S. 8 u. 10) ganz ausdrücklich und wiederholt hervorgehoben, dass ich die Bildung engmaschiger, geschlossener Fadennetze aus den vakuolisirten Körnern in der von Heitzmann beschriebenen Weise nicht habe wahrnehmen können, sondern die Bildung von Fäden, welche das Protoplasma durchziehen, mit einzelnen der auseinandergerückten Körner sowie mit Gruppen derselben zusammenhängen und dadurch ein weitmaschiges Netz- oder Fachwerk bilden, das in seinen Maschen theils unveränderte Körner, theils Körnchen und Fäserchen einschliesst. Es handelt sich hier also gar nicht um ein Netz was ausschliesslich durch Verbindungen der Fäden zu Stande gekommen wäre, sondern um ein Netz- oder wie ich es bezeichnet habe, um ein Fachwerk, an dessen Zustandekommen Körner und häufig auch Körnchen sich betheiligen, indem sie einzeln oder in Gruppen und Reihen die Kontinuität der Fäden unterbrechen oder Knotenpunkte für mehrere der letzteren

relativ grossen, unregelmässig begrenzten, rundlichen, ovalen oder eckigen Maschen durchsetzen, die bald nur den Raum von wenigen, bald den von 6, 10 oder noch mehr Körnern umgrenzen und einzelne frei eingelagerte Körnchen und Fäden einschliessen. Hie und da liegen in den Knotenpunkten des Fachwerks einzelne unveränderte Körner oder es laufen Fäden- und Körnchenreihen in kleine Gruppen derselben oder in Körnchengruppen aus. Während ein Theil der Körner sich verflüssigt, erfahren die übrigen durch die gleichzeitigen Bewegungen des Hyaloplasma weitere, mehr oder weniger auffallende Verschiebungen, so dass ihre Vertheilung in der Zelle einem fortwährenden Wechsel unterliegt.

Während der Verschiebungen der Körner wird die Oberfläche der Kernanlage, wenn sie vorher verdeckt war, sichtbar oder es liegen ihr nur noch einzelne oder reihenweise gestellte Körner auf, welche freie Strassen zwischen sich lassen, bis nach Schwinden der Mehrzahl der Körner sie in ihrer grössten Ausdehnung frei vortritt, hat aber dann meist schon ihre Form und Beschaffenheit geändert.

In homogenen Kernanlagen entstehen Stroma und Hülle des sich bildenden Kerns mitunter gleichzeitig, sehr häufig aber geht die Bildung der letzteren der des Stromas voraus. Die Kernanlage erhält dann Anfangs blasse, körnig-fädige Kontouren, die namentlich an Stellen deutlich vortreten, wo die Körner auseinandergewichen oder verflüssigt sind, erst oft noch weite Unterbrechungen zeigen, sich dann verdicken und vervollständigen und allmählig oder rasch ein glänzendes Aussehen erlangen, so dass die einzelnen sie zusammensetzenden, dicht aneinandergelagerten und nur hie und da durch etwas weitere Lücken getrennten kleinen Körner, Körnchen, fasrigen oder stäbchenartigen Elemente deutlicher vortreten. Die Konfiguration des Kerns ist Anfangs häufig eine ziemlich unregelmässige, indem seine Kontouren mit zackigen oder stumpfwinkligen Vorsprüngen, kleineren und grösseren Ausbuchtungen versehen sind und durch fädige Stränge mit dem den Zellkörper durchziehenden Fadengerüst zusammenhängen. Es lösen

---

bilden. Neuerdings habe ich aber continuirliche, einen grösseren oder geringeren Theil des Zellkörpers durchziehende und lediglich durch Verbindungen von Fäden zu Stande gekommene Netze wahrgenommen, und wenn Flemming dieselben nicht gesehen hat, so kann der Grund sehr einfach darin liegen, dass sie an den von ihm beobachteten Zellen sich nicht gebildet hatten.

sich dann durch Abschnürungen diese Verbindungen und gleichzeitig gleichen sich die Unregelmässigkeiten der Kontouren unter Bewegungen, Verrückungen, Ein- und Ausbiegungen der einzelnen Membranabschnitte aus, der Kern bekommt eine regelmässig runde oder ovale Form und geht sehr häufig aus der ovalen noch in die runde über. Während oder erst nach Bildung der Kernhülle treten im Innern der Kernanlage Körnchen, Körner, knotige und fädige Gebilde Anfangs blass, dann immer deutlicher hervor, verdicken sich, verschmelzen zum Theil miteinander und erhalten gleichzeitig eine dichtere Beschaffenheit, ein glänzendes Aussehen und mehr oder weniger scharfe Kontouren. Ihre Zahl, Beschaffenheit und Vertheilung im Kerninnern ist eine sehr wechselnde, es sind häufig nur vereinzelte Stränge, Fäden, Kernkörperchen und Körnchen vorhanden, die zum Theil unter sich wie mit der Hülle zusammenhängen, gleichmässig im Kerninnern vertheilt oder stellenweise dichter zusammengedrängt sind, andere Male sind dieselben zur Bildung eines derberen knorrigen, knotige Auftreibungen einschliessenden und ebenfalls mit der Hülle zusammenhängenden Gerüsts oder zu engmaschigen Netzen verbunden und die letzteren wie das Gerüst können das Kerninnere ziemlich gleichmässig durchsetzen oder nehmen nur einzelne Abschnitte desselben ein. Wie die Theile der Hülle, so bilden sich auch die des Stromas mitunter rasch und gleichzeitig, so dass dann ein glänzender Kern wie mit einem Schlage vortritt. Derselbe erscheint, da bei seiner Bildung die fädigen in den Zellkörper einragenden Fortsätze sich abschnüren, innerhalb des letzteren als ein ganz selbständiges, abgeschlossenes Gebilde, gleichviel ob er langsam oder rasch entstanden ist (Fig. 7*c*, Fig. 8*c* u. *d*). Da das vorher gleichmässig im Innern der Kernanlage verbreitete plastische Material sich bei Bildung des Kerns zu den Theilen seiner Hülle und seines Stromas verdichtet hat, erscheint sein Inneres viel heller und lichter als das der Kernanlage und nur in wenigen Fällen zeigte die sonst homogene, die Stromalücken erfüllende Substanz eine sehr feine und blasse, kaum wahrnehmbare Granulirung.

In ganz analoger Weise erfolgt die Bildung des Kerns aus körnig-fädigen Kernanlagen. Die blassen und feinen Körnchen und Fäden persistiren als solche nicht, treten nicht blos deutlicher und schärfer hervor, sondern es entstehen an ihrer Stelle, aber auch an Stellen wo sie fehlten, rasch oder allmählig die gleichen Gebilde wie in homogenen Kernanlagen, zuerst blass,

dann glänzend und scharf kontourirt, während die Körnchen und Fäden da schwinden, wo später die Lücken des neugebildeten Stromas sichtbar sind. Der Kern ist mithin auch hier ein neugebildeter, indem das vorhandene Bildungsmaterial in anderer Weise vertheilt worden ist und gleichzeitig eine Aenderung seiner molekularen Beschaffenheit erfahren hat. Auch in den Fällen, wo die Kernanlage eine besondere zarte Hülle besitzt, geht dieselbe in Bildung der neuen, derberen Hülle vollständig auf.

Ehe es zur Bildung eines Kerns kommt, zeigt die Kernanlage mitunter Veränderungen ihrer Lage und Form. Sie geht aus der ovalen oder runden Form in eine birnförmige über, um dann wieder rund oder oval zu werden, wechselt häufig gleichzeitig ihre Lage in der Zelle, rückt von einer Seite auf die andere oder stellt sich mit dem langen Durchmesser mehr oder weniger rechtwinklig zu der früheren Richtung desselben, ausserdem aber kommt es auch zu partiellen buckelförmigen oder zackigen Vortreibungen. Die Lageveränderungen und Verschiebungen werden ohne Zweifel durch die gleichzeitigen Bewegungen des Hyaloplasma bewirkt, die wohl auch die Form der Kernanlage beeinflussen können, da indessen die aus der Kernanlage hervorgehenden blassen Stroma- und Hüllentheile die Fähigkeit besitzen, sich selbstständig zu bewegen, ist es wahrscheinlich, dass auch der Substanz der Kernanlage diese Fähigkeit zukommt und dürfte namentlich das Vortreten und Wiederschwinden von Buckeln und zackigen Fortsätzen darauf zurückzuführen sein.

An Bildung des Kerns können sich die Körner direkt betheiligen, indem sie untereinander zur Bildung der Kernhülle verschmelzen, oder indirekt, indem die Kernanlage sich zunächst auf Kosten ihres verflüssigten Materials vergrössert.

Bei direkter Betheiligung verflüssigen sich die Körner (und Körnchen), welche die Kernanlage unmittelbar umschliessen, nicht nur rasch und gleichzeitig, sondern dieselben verschmelzen bei ihrer Verflüssigung zu einer die Kernanlage vollständig umschliessenden Hülle, die sich sofort wieder verdichtet und von einer aus der Kernanlage hervorgegangenen Hülle nur dadurch unterscheidet, dass sie noch einige Zeit die gelbliche Färbung der Körner beibehält. Da der Dickendurchmesser der Hülle ein geringerer ist als der der Körner, diese aber dicht aneinanderliegen, ist es sehr wahrscheinlich, dass ihre Substanz nur zum Theil zur Bildung der Hülle verbraucht worden ist, zum Theil dagegen sich verflüssigt

hat. Gleichzeitig mit der Hülle bildete sich das Kernstroma. Ein sehr instruktives Beispiel für diese Vorgänge gewährte die Fig. 4*a* und *b* abgebildete Zelle. Die in *a* von einer einfachen Schicht kleiner Körner im Durchschnitt kranzartig umschlossene Kernanlage schien auf den ersten Blick einfach zu sein, während sich bei genauerer Beobachtung herausstellte, dass 2 Kernanlagen, eine grosse und eine beträchtlich kleinere vorhanden und von einer gemeinschaftlichen Körnerzone umschlossen, von einander aber durch einen deutlich wahrnehmbaren körnerfreien Zwischenraum getrennt waren [1]). Während der Beobachtung entwickelte sich das Kernstroma unter Aufhellung des Kerninnern und gleichzeitig entstand aus den ein- und verschmelzenden Körnern die glänzende, Anfangs noch zahlreiche kleine Lücken aufweisende Hülle. Dieselbe war an den beiden jetzt scharf vortretenden Kernen (in *b*) verhältnissmässig derb, soweit sich an ihrer Bildung die Körner betheiligt hatten, dagegen sehr zart im Bereiche der einander zugewendeten Abschnitte der Oberfläche beider Kerne und erscheint hier im Durchschnitt in Form je eines feinen aber deutlich vortretenden Fadens.

Bei indirekter Betheiligung der Körner an Bildung des Kerns kommt es immer zuerst zur Vergrösserung der Kernanlage aus dem Material der Körner, die sich verflüssigen, aber nicht sofort wieder zur Bildung neuer Formelemente verdichten. Der Umfang der Kernanlage nimmt dann zu, indem ihre Grenze bei ziemlich gleichzeitiger Verflüssigung der sie unmittelbar umgebenden Körner gleichmässig hinausrückt oder ungleichmässig, wenn nur vereinzelte Körner sich verflüssigt haben. Im letzteren Fall sieht man vom Umfang der Kernanlage ziemlich derbe, zackige Fortsätze abtreten und zwischen die noch vorhandenen Körner ausgreifen, an Länge und Dicke zunehmen, die Einbuchtungen zwischen ihnen sich verflachen und die in den letzteren von verflüssigten Körnern zurückgebliebenen Körnchen verblassen und mit der Kernanlage verschmelzen (Fig. 7*b* und 8*b*). An der vergrösserten Kernanlage ist der ursprüngliche Umfang derselben nicht festzustellen und die Bildung der Membran wie ohne Zweifel auch der peripheren Theile des Stromas erfolgt dann unter Solidifikation der peripheren aus Kornsubstanz gebildeten Schicht der

[1]) Auf der Lithographie sind die grossen und kleinen Kernanlagen nicht deutlich von einander abgegrenzt.

Kernanlage und geht meist der Stromabildung im Innern der Kernanlage voraus. Die bei ungleichmässigem Wachsthum der Kernanlage entstandenen Unregelmässigkeiten der Kontouren gleichen sich bei Bildung der Membran aus, so dass der Kern eine ziemlich regelmässige Form erhält.

Die Verflüssigung der Körner und Körnchen ist häufig nicht von irgend erheblichen Formveränderungen und Fortsatzbildungen des Hyaloplasmas begleitet, andere Male nimmt dasselbe allmählich und unmerklich an Volumen zu oder unter Bildung halbkugelicher, kolbiger oder langgestreckter Fortsätze, die vorgestreckt und wieder zurückgebildet werden und von denen sich mitunter kugelförmige Portionen abschnüren. Der Umfang der Zellen kann dabei bis um das Doppelte oder Dreifache zunehmen und das Hyaloplasma wird dann so zart und durchscheinend, dass seine Kontouren nur streckenweise oder gar nicht mehr unterschieden werden können (Fig. 7*c* u. 8*c*).

Nach Bildung des Kerns schwinden die noch vorhandenen Körner meist unter vorausgehender Vakuolisirung, die Fäden des Fachwerks differenziren sich zu Körnchen, die häufig wieder zu einzelnen oder zu netzförmig verbundenen Fäden verschmelzen. Auch diese verschwinden früher oder später wieder und das Hyaloplasma schliesst dann entweder überhaupt keine geformten Bestandtheile oder noch eine wechselnde Anzahl von Körnchen ein, die häufig in dichterer Stellung eine den Kern umschliessende Schicht bilden. Während manche Zellen sich nicht weiter verändern, nimmt der Umfang bei andern bald rasch bald langsam und allmählich und unter mitunter ziemlich auffallenden Veränderungen der Form ab (Fig. 8*c* u. *d*), die vorher kaum oder stellenweise gar nicht sichtbaren Kontouren werden zunehmend deutlicher und mitunter bildet sich eine in Form eines mehr oder weniger zarten, fädigen Saums vortretende Hülle. Die glänzenden Körnchen schwinden mitunter noch sämmtlich oder zum grössten Theil und das Hyaloplasma bleibt dann homogen oder es tritt in demselben eine sehr feine und blasse Granulirung auf. Schliefslich nimmt im Verlaufe von 1—1½ Stunden ein bald grösserer bald geringerer Theil der Zellen eine ziemlich regelmässig runde oder ovale Form an und bei einzelnen zieht sich das Hyaloplasma bis auf eine schmale Zone mit abgerundeten oder ausgezackten Kontouren um den Kern zusammen.

Nach Beschaffenheit und Grösse ganz ähnliche Zellen finden

sich schon im frischen Blut unmittelbar nach Anfertigung des Präparats, und es liegt deshalb die Vermuthung sehr nahe, dass die gleichen oder ähnliche Vorgänge auch innerhalb der Blutbahnen in einzelnen Körnerzellen ablaufen.

Während die Zelle sich verkleinert unterliegt aber der Kern häufig weiteren Veränderungen. Es tauchen in seinem Innern einzelne neue, meist feine Körnchen und Fäden auf, die vorhandenen Knoten, Fäden und Stränge können sich partiell oder gleichmässig verdicken und ebenso nimmt die Hülle gleichmässig an Dicke zu oder erhält partielle knotige, zackige oder leistenförmige Prominenzen. Sehr häufig ziehen sich dann nachträglich Hülle und Stroma zusammen, ihre Theile rücken näher an einander, Fäden und Stränge verbiegen sich und der Kern erhält damit ein glänzenderes compakteres Aussehen. Andere Male wird aber die Verkleinerung des Kerns nicht allein durch Verkürzung und Verdickung von Stromatheilen bewirkt, sondern überhaupt durch eine Verdichtung des gesammten Kerninhalts, da auch solche Kerne sich nicht unbeträchtlich verkleinern, welche ein zusammenhängendes Gerüst überhaupt nicht besitzen. Die die Stromalücken ausfüllende Substanz bekommt dann ein stärkeres Brechungsvermögen, die Kontouren der vorher scharf gezeichneten Stromatheile werden immer undeutlicher und der Kern wird schliefslich ganz homogen oder es sind in demselben nur noch ein oder ein Paar kernkörperchenartige Gebilde zu unterscheiden.

In manchen Zellen laufen die Veränderungen ungewöhnlich langsam ab, es können 2—3 Stunden vergehen bis die Körner sämmtlich verflüssigt sind, und dann sind auch die Bewegungen der Zellen sehr träge und nur von Zeit zu Zeit kommt es zu rascherer Bildung von lappigen Fortsätzen, die sich langsam zurückbilden. Einzelne Körnerzellen hatten sich auch nach Ablauf von 5 Stunden in dem vor Verdunstung geschützten Präparate nicht verändert, während die übrigen sämmtlich die bezeichneten Umbildungen erfahren hatten.

Ganz ähnliche Veränderungen wie die Körnerzellen erfahren die Körnchenzellen.

Statt der derben Körner umschliefsen dicht gestellte Körnchen in einer Schicht von wechselnder Mächtigkeit einen blassen Kern oder eine Kernanlage vollständig oder nur zum Theil in Form einer im Durchschnitt sichel- oder halbmondförmigen Zone und werden selbst von einer mehr oder weniger umfangreichen,

zum Theil zu Fortsätzen ausgezogenen Schicht Hyaloplasma ganz oder theilweise umschlossen (Fig. 1, *a*, *b*, *c*; Fig. 2 *a*, *b*; Fig. 5 u. 6*a* u. *b*). Die Körnchen besitzen denselben Glanz und dieselbe leicht gelbliche Färbung wie die Körner und hängen häufig durch feine Fäden theilweise unter einander zusammen, seltener finden sich äusserst engmaschige aber scharf gezeichnete Netze, welche das gleiche Brechungsvermögen und die gleiche gelbliche Färbung besitzen wie die Körnchen (Fig. 22 u. 24*a*). Wie die Körnerzellen, so schliessen auch die Körnchenzellen nur sehr selten einen glänzenden, etwas häufiger dagegen einen blassen Kern ein, der dann erst während der Verflüssigung der Körnchen ein glänzendes Aussehen erhält, in der Regel dagegen eine homogene oder blass und fein körnig-fädige Kernanlage. Dieselbe ist von der Körnchenzone häufig nicht scharf abgegrenzt, da von der letzteren nicht selten zackige, streifige oder fetzige Fortsätze mehr oder weniger weit in das Innere der Kernanlage einragen oder einzelne glänzende Körnchen und neben denselben und meist in grösserer Zahl blasse Körnchen in ihre peripheren Abschnitte eingelagert sind (Fig. 1*a*, *b*, *c*; Fig. 2*a*; Fig. 5*a*; Fig. 6*a* u. *b*). Ein ganz analoges Verhalten zeigen die Zellen, in welchen statt der Körnchen eine Netzschicht die Kernanlage einschliesst. Netzschicht und Kernanlage können scharf von einander gesondert sein, so dafs die innere Grenze der Netzschicht einen fortlaufenden oder stellenweise unterbrochenen fädigen Kontour bildet, der die Kernanlage umgreift und durch die Summe der unter sich verbundenen Netzfäden gebildet wird, welche die die Kernanlage unmittelbar begrenzende Maschenreihe der gerade eingestellten Netzlamelle abschliessen. Es entsteht auf diese Weise zwar eine sehr scharfe Abgrenzung der Kernanlage, die Abgrenzung wird aber nicht durch diese selbst, sondern durch die umgebenden Netze bewirkt. Andere Male fehlt dagegen eine scharfe Grenze zwischen Kernanlage und Netzen, von den letzteren lösen sich streifenförmige Fortsätze wie einzelne kürzere und längere Fäden ab und ragen frei und häufig mehr und mehr verblassend in die Peripherie und selbst bis in die mittleren inneren Abschnitte der Kernanlage ein. In Fig. 9 besitzt die Kernanlage fast in ihrem ganzen Umfang eine fädige, den umgebenden Netzen angehörige und durch einige Lücken unterbrochene Begrenzung, in Fig. 22*a* setzt sich die Grenzlinie aus einer Anzahl einzelner kurzer Fäden zusammen und in Fig. 24*a* findet sich am oberen Umfang der Kernanlage ein ununterbrochener Grenzfaden der Netz-

lamelle, während am linken Umfang eine Körnchengruppe sowie einzelne Körnchen in die Peripherie der Kernanlage einragen. Wo Körnchen oder Netze sich scharf von der Kernanlage abgrenzen, ist mitunter wie in den Körnerzellen eine der Kernanlage zugehörige blasse und zarte, körnig-fädige Hülle zu unterscheiden.

Fixiert man eine Körnchenzelle für einige Zeit, so sieht man innerhalb derselben bald rasch, im Verlaufe weniger Minuten, bald erst innerhalb $^1/_2$ Stunde eine Reihe von Veränderungen vor sich gehen, die denen der Körnerzellen ähnlich, mit Bildung eines glänzenden, scharf gezeichneten Kerns und mit Verflüssigung der Körnchen ihren Abschluss erreichen. In manchen Zellen schmelzen die Körnchen plötzlich ein und es entsteht gleichzeitig ein glänzender Kern an Stelle der Kernanlage und nur aus derselben, andere Male übertrifft der Kern an Grösse die Kernanlage mehr oder weniger beträchtlich, wenn dieselbe sich vor oder bei Bildung des Kerns auf Kosten eines Theils der Körnchenzone, unter Umständen der ganzen Körnchenzone vergrössert hat.

In der Regel sieht man indessen der Bildung des Kerns Aenderungen in der Vertheilung der einzelnen Körnchen wie Verschiebungen der ganzen Körnchenmasse vorausgehen. So rücken die Körnchen gleichmässig von einander (Fig. 5*b* u. 6*b*) oder lassen beim Auseinanderrücken von Hyaloplasma erfüllte Lichtungen frei (Fig. 1*b* in der Mitte links), sondern sich zu einzelnen Reihen und Gruppen oder verschmelzen mit einander bald zu feinen und kurzen, bald zu längeren mitunter verzweigten Fäden oder zu derberen strangförmigen Gebilden, die mitunter noch ihre Zusammensetzung aus einzelnen Körnchen erkennen lassen, andere Male verbinden sie sich zur Bildung von engmaschigen, meist unvollständig geschlossenen und vereinzelte weitere Maschen einschliessenden Netzen. Fäden, Stränge und Netze können sich wieder zu einzelnen Körnchen sondern, sich von Neuem und in anderer Weise bilden, bis sie schliesslich allmählich mehr und mehr verblassen. So haben sich in *c* Fig. 1 aus einem Theil der Körnchen, welche vorher, in *b*, die Körnchenzone konstituirten, Fäden gebildet, und aus den Netzen, welche in *a* Fig. 3 die Kernanlage umgeben, entwickeln sich weitmaschigere, in denen die in den Knotenpunkten eingelagerten Körnchen derber sind als vorher, während gleichzeitig der in *a* in das Innere der Kernanlage einragende kolbige Fortsatz der Körnchenschicht in *b* so

verblasst ist, dass er bis auf 3 glänzend gebliebene Körnchen kaum noch wahrgenommen werden kann. Aus diesen der Kernbildung vorausgehenden Umlagerungen, Verschmelzungen und Differenzirungen der Körnchen und Fäden lassen sich gar keine Anhaltepunkte dafür gewinnen, ob der sich später bildende Kern lediglich aus der Kernanlage hervorgeht oder zum Theil auf Kosten der Körnchenschicht gebildet wird. Wenn sich aus den Körnchen Fäden gebildet haben, welche für einen grösseren Theil der Kernanlage eine Einfassung bilden, ist man leicht versucht zu glauben, dass durch die letztere die Grenze für den sich bildenden Kern angedeutet und die Einfassung selbst sich zur Membran des letzteren umbilden werde; es kann dies der Fall sein, indessen sehr häufig differenziren sich die gebildeten Fäden nach kürzerem oder längerem Bestehen wieder zu einzelnen Körnchen und zu kürzeren Fäden und erst später kommt es zur Bildung des Kerns. Während nun die einzelnen Körnchen theils nur ihre gegenseitige Lage wechseln, theils mit einander zu derberen Körnchen und zu Fäden verschmelzen, die sich von Neuem differenziren können, findet meist gleichzeitig, in ganz analoger Weise wie bei den Körnern in Folge der Bewegungen der Zelle eine Massenverschiebung der Körnchen statt, so dass dieselben, ehe sie sich noch in grösserer Zahl verflüssigt haben, sich an einzelnen Stellen anhäufen, an anderen sparsam werden oder schwinden. In Fig. 2*b* ist der bei Weitem grösste Theil der Körnchen, aus welchen sich die Körnchenschicht in *a* zusammensetzt, aus der Ebene des Gesichtsfeldes ausgetreten; in 5*a* erreicht die Körnchenschicht nur am oberen Umfang der Kernanlage eine grössere Mächtigkeit, während sie in *b* eine beträchtlichere und gleichmässigere Dicke besitzt als in *a* und gleichzeitig die Körnchen etwas von einander gerückt und zum Theil durch Fäden mit einander verbunden sind; in Fig. 6*b* haben sich die vorher gleichmässiger vertheilten Körnchen am linkseitigen Umfang der Kernanlage angehäuft. Wie die Körnchen, welche die Kernanlage im Durchschnitt derselben umgeben, so erfahren natürlich auch die, welche ihrer Oberfläche aufliegen Verschiebungen; davon aber, dass einzelne Körnchen, Gruppen und Reihen derselben wie streifige Netzschichten nicht blos der Kernanlage aufliegen, sondern in ihre Substanz mehr oder weniger weit eindringen können, überzeugt man sich leicht beim Wechsel der Einstellung.

In Betreff ihrer weiteren Veränderungen zeigen die Zellen ein wechselndes Verhalten.

Es finden sich 1) solche, in denen bereits während der Verschiebungen und Umbildungen der Körnchen sich ein blasser Kern entwickelt hat. Es tauchen in der Kernanlage blasse Stromatheile auf, die von einer gleichfalls blassen, grössere und kleinere Lücken aufweisenden Hülle umschlossen werden (Fig. 3*a*); allmählich werden Stroma und Hülle etwas deutlicher (3*b*) und erlangen dann gleichzeitig oder zuerst die Hülle und dann das Stroma ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren (3*c*). Schon mit Deutlicherwerden des Stromas verblassen und verschwinden Fortsätze der Körnchenschicht, welche sich in das Innere des blassen Kerns einsenken (Fig. 3*a* u. *b*) und an ihrer Stelle entwickeln sich bei Bildung des glänzenden Stroma neue Formelemente, und ebenso kommt es nicht blos zur Verdickung und Verdichtung der blassen und zarten Hülle der Kernanlage, wo eine solche zu unterscheiden ist, sondern auch zur Neubildung von Hüllenbestandtheilen, wie in *c* Fig. 3, wo die vorher vorhandene Lücke, durch welche der Fortsatz der Körnchenschicht in das Innere des Kerns eintrat, grösstentheils durch ein zapfenförmiges in das Kerninnere einragendes Gebilde geschlossen wird. Bei und nach Bildung des glänzenden Kerns verflüssigen sich die noch vorhandenen Körnchen oder gruppiren sich in anderer Weise, rücken weiter nach der Zellperipherie (Fig. 3*c*), verflüssigen sich aber häufig noch nachträglich.

2) In der Mehrzahl der Zellen verblassen und schwinden die Körnchen zu einem grösseren oder geringeren Theil ehe es zur Bildung des Kerns kommt, die übrig bleibenden rücken häufig etwas auseinander und die Kernanlage vergrössert sich durch Aufnahme von Substanz der verflüssigten Körnchen. Ihre Grössenzunahme erfolgt gleichmässig und allseitig oder einseitig, auf Kosten einer im Durchschnitt ringförmigen Körnchenzone oder auf Kosten von Körnchenzonen, welche die Kernanlage nur theilweise umfassen, in anderen Fällen wird die Grössenzunahme eine ungleichmässige und die Form der Kernanlage eine unregelmässige, wenn mit Aufnahme des Materials kleiner Körnchengruppen sich von der Peripherie der Kernanlage zackige Fortsätze entwickeln. Wenn dann auch die zwischen den letzteren gelegenen Körnchen sich verflüssigen, rückt die Basis der Zacken weiter hinaus und diese selbst werden damit niedriger, wenn sie nicht gleichzeitig ebenfalls neues Material aufnehmen. Nachdem auf diese Weise die Kernanlage mehr oder weniger beträchtlich an Umfang zuge-

nommen, entsteht allmählig oder plötzlich eine derbe glänzende Kernhülle, und gleichzeitig oder im Verlaufe einiger Minuten entwickelt sich ein glänzendes, hie und da mit der Hülle zusammenhängendes Stroma (Fig. 1*d*, 2*c*, 6*c*). Bei oder nach Bildung des Kerns schwinden die noch vorhandenen, ihn umgebenden Körnchen sämmtlich oder bis auf eine schmale ihn umfassende Zone, andere Male fliessen dieselben nach der Peripherie der Zelle (Fig. 1*d*) oder vertheilen sich in unregelmässiger Weise im Plasma, in einem wie im anderen Falle verflüssigen sich dieselben aber meistens noch nachträglich.

3) Ziemlich häufig wurde eine direkte Umwandlung wie der Körner so auch der Körnchen zu Theilen der Kernhülle, seltener auch zu peripherereren Stromatheilen beobachtet. Die in Form einer schmalen, ring- oder halbringförmigen Zone die Kernanlage umsäumenden Körnchen verbanden sich, während die Kontouren der einzelnen undeutlich wurden und schwanden, miteinander zur Bildung einer genau ihre Stelle einnehmenden Hülle. Der ganze Vorgang entsprach vollständig dem bei Bildung der Hülle durch miteinander verschmelzende Körner. Andere Male waren es nicht die unmittelbar die Kernanlage umgebenden Körnchen, welche zur Bildung der Hülle mit einander verschmelzen, sondern die Hülle entstand innerhalb der Körnchenschicht und die letztere wurde bei ihrer Bildung durchschnitten. Die dadurch ein- und abgeschlossenen, zu Theilen des Kerninnern gewordenen Körnchen verblassen und schwinden ehe das Kernstroma entsteht oder verschmelzen direkt zu Theilen desselben und behalten in diesem Fall, wie die Hülle, noch einige Zeit ihre gelbliche Färbung.

Sehr wahrscheinlich sind die Vorgänge bei der Hüllenbildung noch wechselnder, als es durch die Beobachtung ermittelt wurde und die innerhalb der gerade eingestellten Ebene wahrgenommenen brauchen nicht innerhalb anderer Abschnitte der Körnchenschicht sich in der gleichen Weise zu vollziehen. So ist es sehr wohl möglich, dass die Kernmembran sich nur im Bereiche eines beschränkten Abschnittes der Körnchenschicht innerhalb der letzteren entwickelt, an anderen Abschnitten dagegen aus den die Kernanlage unmittelbar umschliessenden Körnchen oder aus der peripheren Zone derselben, wie dies letztere bei der Membranbildung nach Einleiten inducirter Ströme direkt beobachtet wurde. Es zeigen aber die mitgetheilten Beobachtungen, dass die Kerne, obschon sie überall als gleichartige Bildungen erscheinen, sich doch in den Körner- wie in den Körnchenzellen auf verschiedene

Weise entwickeln können, je nachdem sie ausschliesslich aus der sich differenzirenden Substanz der Kernanlage gebildet werden oder an ihrer Bildung Körner und Körnchen sich betheiligen. Diese Betheiligung ist eine indirekte, wenn auf Kosten der verflüssigten Körner und Körnchen sich die Kernanlage zunächst vergrössert und der nachträglich entstehende Kern wird dann soweit die Kernanlage vergrössert ist, aus dem Material der Körner und Körnchen gebildet; die Betheiligung ist eine direkte, wenn Körner und Körnchen unmittelbar mit einander zur Bildung der Hülle oder, seitens der Körnchen wenigstens, auch zur Bildung peripherer Stromatheile verschmelzen. An Bildung eines und desselben Kerns können aber die Körnchen sich sowohl in direkter wie in indirekter Weise betheiligen, wenn die Hülle sich innerhalb der Körnchenschicht direkt aus verschmolzenen Körnchen entwickelt hat, während die ursprünglich ausserhalb der Kernanlage gelegenen, jetzt von der Kernmembran umschlossenen und zu Theilen des Kerns gewordenen Körnchen nicht direkt zur Bildung von Stromatheilen verschmelzen, sondern verblassen, schwinden und nur Material zur nachträglichen Bildung der letzteren liefern. — Nach ihrer Bildung verkleinern sich die Kerne wie die in Körnerzellen entstandenen sehr häufig, verändern ihre Form und manche werden schliesslich ganz homogen.

Die beträchtliche Grösse des Kerns gegenüber der der Anlage, aus welcher er hervorgegangen ist, fällt, wie bei den Körnerzellen, häufig ohne Weiteres auf, ausserdem lieferten Messungen darüber bestimmtere Anhaltepunkte. Zu denselben wurden nur Kernanlagen benutzt, deren grösster Durchmesser in die Gesichtsebene fiel, nicht senkrecht zu derselben gestellt war, da im letzteren Falle natürlich bei Abrundung des sich bildenden Kerns der Längen- und Breitendurchmesser desselben auf Kosten des Tiefendurchmessers eine Vergrösserung erfahren können, ohne dass eine Vergrösserung der Kernanlage vorausgegangen ist. An 5 Körnchenzellen wurden die Kernanlagen wie die aus ihnen hervorgegangenen Kerne gemessen und die letzteren wiederholt, wenn sich unmittelbar nach ihrer Bildung ihre Form und Grösse weiter verändert hatte, wobei sich die folgenden Werthe ergaben, die der leichteren Uebersicht wegen in den Zahlen der Theilstriche des Okularmikrometers wiedergegeben sind, da es hier nur auf die relativen Grössenverhältnisse der bezüglichen einzelnen Kernanlagen und Kerne ankommt:

	1.		2.			3.			4.				5.	
Längendurchmesser	8	8 9	8	9	11	9	14	13	8	14	13	12	13	11
Breitendurchmesser	7	8 9	6	7	9	8	8	9	6	7	11	11	10	11

von Kernanlage und Kern

Wenn ovale Kernanlagen sich abrunden, so wird die Zunahme des einen Durchmessers mehr oder weniger durch eine entsprechende Abnahme des andern kompensirt werden wie in 5; durch aktive Bewegungen der sich bildenden Hüllentheile wie durch einen Zug seitens der mit ihnen noch zusammenhängenden Stränge des Zellkörpers kann vielleicht eine geringe Vergrösserung des Kerns, wie in 1, bewirkt werden, während beträchtlichere Zunahmen des einen oder anderen oder beider Kerndurchmesser, wie in 2, 3 und 4, immer auf eine Betheiligung der Körnchen an der Kernbildung hinweisen.

Setzt man dem Blutstropfen circa $^1/_3$ seines Volumens Wasser zu, so erfahren die Kernanlagen allmählig eine Quellung und die Kerne sind dann, wenn sie sich nicht bald nach Anfertigung des Präparates gebildet haben, schon aus diesem Grunde grösser als die betreffenden Kernanlagen. Die Grössendifferenz zwischen beiden wird aber natürlich noch auffallender, wenn sich ausserdem Körner und Körnchen an der Bildung des Kerns betheiligt haben.

	Körnchenzellen							
	1.		2.		3.		4.	
Längendurchmesser . . .	10	14	11	12	12	17	14	17
Breitendurchmesser . . .	8	13	7	11	10	12	6	13

von Kernanlage und Kern

	Körnerzellen					
	1.		2.		3.	
Längendurchmesser . . .	12	14	10	12	10	16
Breitendurchmesser . . .	5	11	8	11	6	12

des Kerns und der Kernanlage

Lässt man die Körnchenzelle 2 und die Körnerzelle 2 unberücksichtigt, da die Grössenzunahme des Kerns in beiden vielleicht vorwiegend oder ausschliesslich durch die Quellung der Kernanlage bedingt war, so sind doch in den übrigen Zellen die Grössendifferenzen zwischen Kern und Kernanlage so beträchtliche, dass sie nur auf Betheiligung der Körner und Körnchen an der Kernbildung zurückgeführt werden können.

Ausserordentlich wechselnd sind die Vorgänge bei der Bildung des Kerns — gleichviel ob derselbe aus einer vergrösserten oder aus einer nicht vergrösserten Kernanlage sich entwickelt hat — nach der Schnelligkeit, mit welcher Stroma und Hülle sich bilden, nach ihrer gleichzeitigen oder successiven Entstehung und je nachdem sie sofort glänzend und scharf umschrieben vortreten oder zunächst ein blasses, verwaschenes Aussehen darbieten und allmählig und nach einander oder rasch und gleichzeitig ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren erhalten. Bei rascher Bildung des Kerns entstehen Stroma und Hülle gleichzeitig, wenigstens lässt sich dann ein Entstehen des Stromas nach dem der Hülle nicht und ebensowenig das umgekehrte Verhalten konstatiren. Bei langsamer Bildung des Kerns tritt dagegen meist zuerst die Hülle auf und häufig wird dieselbe gar nicht gleichzeitig in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern in ihren einzelnen Abschnitten nach einander angelegt. Das gleiche Verhalten zeigen dann auch die Stromatheile, indem dieselben in zunehmender Zahl nach einander auftauchen und Hülle wie Stroma bleiben unter diesen Umständen häufig längere Zeit, 2 Stunden und länger, blass um dann, nachdem die Körner und Körnchen schon ganz oder zum grössten Theil geschwunden sind, allmählig oder rasch ein glänzendes Aussehen zu erlangen. Verhältnissmässig selten ging die Bildung des Stroma der der Hülle voraus.

Da der Kern als solcher nicht präexistirt, liegt die Frage nahe, wie es kommt, dass überhaupt eine besondere Kernmembran gebildet wird, die zwar Lücken in wechselnder Zahl und Weite aufweist, aber doch in ihrer grössten Ausdehnung in der Regel die Formelemente in dichterer Aneinanderlagerung enthält als das Kerninnere, und mitunter eine solide Beschaffenheit und eine beträchtliche Dicke erlangt. Die Entstehung einer besonderen Hülle wird — abgesehen von ihrer Bildung durch Verschmelzen von Körnern und Körnchen — ohne Zweifel begünstigt, wenn die Peripherie der Kernanlage bereits eine zarte Hülle besitzt oder überhaupt geformte Theile in dichterer Aneinanderlagerung enthält als das Innere der Kernanlage; da sich ferner sehr häufig die Hülle vor dem Stroma bildet, kann im Bereiche derselben die Stellung der Formelemente schon desshalb eine dichtere werden, weil denselben von Seiten der peripheren Schicht der Kernanlage eine grössere Menge Bildungsmaterial zu Gebote steht, als wenn sich gleichzeitig Stromatheile entwickeln.

Ausserdem verdickt sich sehr wahrscheinlich die erst angelegte oder auch die fertig entwickelte Hülle nachträglich in manchen Fällen auf Kosten der verflüssigten und sich wieder konsolidirenden Substanz von Körnern und Körnchen, während vorhandene Lücken durch Einlagerungen neu gebildeter Theile geschlossen werden. Auch von Seiten des in den Maschen bereits vorhandener Stromatheile enthaltenen Bildungsmaterials kann eine weitere Dickenzunahme nicht blos der letzteren, sondern auch der Membran erfolgen, führt aber dann nicht oder nicht immer zu einer gleichmässigen Dickenzunahme der Membran, sondern zur Bildung einzelner zackiger, knotiger oder leistenförmiger Auftreibungen derselben, die in das Kerninnere prominiren. Es ist ausserdem in Betracht zu ziehen, dass überhaupt nicht nothwendig das ganze vorhandene Bildungsmaterial der Kernanlage in der Bildung der deutlich unterscheidbaren Formbestandtheile des Kerns aufzugehen braucht und dass möglicherweise eine gleichmässigere und vollständigere Differenzirung desselben in der Peripherie der Kernanlage für sich allein schon zur Bildung der Kernmembran führen kann.

Rücksichtlich der Beschaffenheit von Hülle und Stroma zeigen die Kerne, in welchen die erstere allein oder auch Theile des letzteren aus dem Material der Körner und Körnchen gebildet worden sind, ganz dieselbe Beschaffenheit wie Kerne, in welchen dies nicht der Fall war, so dass sich aus dem blossen Aussehen der Kerne, abgesehen von ihrer Grösse, gar keine Anhaltepunkte dafür gewinnen lassen, ob an ihrer Bildung Körner und Körnchen sich betheiligt haben oder nicht. Nur wenn die letzteren direkt miteinander zur Bildung der Hülle verschmolzen sind, behält dieselbe, wie erwähnt, noch einige Zeit eine gelbliche Färbung.

Die Bildung des Kerns erfolgt sehr häufig gleichzeitig und ebenso rasch wie das Einschmelzen einer Gruppe von Körnern oder Körnchen, der Eintritt des einen Vorgangs ist aber nicht nothwendig an den des andern geknüpft, da sich in vereinzelten Zellen mit noch ganz unveränderter Körner- oder Körnchenschicht ausgebildete Kerne finden und auf der anderen Seite nach Schwund des grössten Theils der Körner und Körnchen Kernanlagen und blasse Kerne mitunter noch 1—2 Stunden unverändert bleiben, ehe sie sich allmählig in einen glänzenden Kern umwandeln.

Während der Verflüssigung der Körnchen und der Bildung des Kerns nimmt das Hyaloplasma, ganz wie bei den Körner-

zellen, unter mehr oder weniger lebhaften, von Abschnürungsvorgängen begleiteten Bewegungen und Fortsatzbildungen sehr beträchtlich an Volumen zu, wird sehr schwach lichtbrechend und schwer zu begrenzen, zieht sich aber nachträglich, mitunter unter gleichzeitiger Bildung einer Hülle wieder zusammen, und aus seiner vorher ganz homogenen Substanz differenziren sich mitunter nachträglich einzelne Körnchen und Fäden oder es erhält ein blass und feingranulirtes Aussehen. Gleichzeitig verkleinert sich häufig der Kern und erfährt dieselben Veränderungen wie in umgebildeten Körnerzellen.

Vereinzelt trifft man im Blut neben sparsameren oder zahlreicheren freien Körnern Klumpen von Hyaloplasma, welche nur einen kleinen Körnerhaufen, aber weder einen Kern, noch eine Kernanlage einschliessen und sich wahrscheinlich von den Zellen abgeschnürt haben. Sie zeigen ganz ähnliche, mitunter noch lebhaftere Formveränderungen und Fortsatzbildungen wie sie die Zellen darbieten. Benachbarte Körner verschmelzen häufig zu derberen Gebilden, die sich wieder zu kleineren Körnern sondern, im Verlaufe von $^1/_2$—2 Stunden schwinden die Körner aber ganz in derselben Weise wie die in Zellen eingeschlossenen, und es bleibt schliesslich ein heller, blasser, nicht scharf begrenzter rundlicher Körper von homogener oder zart granulirter Beschaffenheit zurück, der mitunter beträchtlich kleiner ist als der Körnerhaufen ursprünglich war, was sich wahrscheinlich auf Abschnürungen einzelner Portionen zurückführen lässt, die sich bei der grossen Blässe und der nicht scharfen Begrenzung des Hyaloplasma sehr leicht der Wahrnehmung entziehen können.

Die frei im Blut suspendirten Körner von gewöhnlicher Beschaffenheit erhalten im Verlaufe von 1—2 Stunden zum Theil ein sehr blasses, mitunter zart granulirtes Aussehen, so dass sie kaum noch zu unterscheiden sind, zum Theil schwinden sie ganz, während andere noch nach 6 Stunden ihr Aussehen nicht verändert hatten. Im Blute mancher Krebse sind vereinzelt oder in grösserer Zahl freie und sehr beträchtlich vergrösserte Körner enthalten, die nicht selten die Grösse eines Kerns erreichen, meist einen starken Glanz und ein ganz homogenes Aussehen besitzen, und ebenso finden sich solche Körner in zahlreichen Zellen allein oder neben solchen von gewöhnlicher Beschaffenheit. Die Zellen sind entsprechend der Grössenzunahme der Körner und der Zahl der vergrösserten Körner mehr oder weniger beträchtlich vergrössert und eine die Körner umschliessende

Schicht Hyaloplasma fehlt häufig vollständig. Sowohl die freien als die in Zellen eingeschlossenen vergrösserten Körner verblassen bald schon im Verlaufe $^1/_2$ Stunde, bald erst nach 6—12 Stunden und ihr vorher ganz homogenes Innere bekommt stellenweise eine fein granulirte Beschaffenheit und schliesst ausserdem einzelne glänzende, gruppenweise dichter zusammenliegende Körnchen ein. Zellen mit vergrösserten Körnern und freie vergrösserte Körner kommen nicht nur im Blut absterbender Krebse, sondern auch im Blut von ganz kräftigen frischen Exemplaren vor, und es können deshalb diese Veränderungen für sich nicht als ein Zeichen des Absterbens des Thiers angesehen werden. Wird das Blut unter Anwendung starken Drucks aus den Extremitäten ausgepresst, so können durch Zerquetschen der Muskeln die zwischen Sarkolemma und quergestreifter Substanz befindlichen Körner frei werden, dieselben unterscheiden sich aber von denen der Zellen durch ihr beträchtlich geringeres Brechungsvermögen.

Um zu konstatiren, ob nach Ablauf der geschilderten Umbildungen noch weitere Veränderungen an den Zellen eintreten und ob dieselben die Fähigkeit zu amöboiden Bewegungen ganz verloren haben, wurde das Verhalten derselben in durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparaten im Verlaufe von 6—12 Stunden kontrolirt. Es zeigte sich, dass die Zellen, welche innerhalb der ersten Stunde nach Ablauf der Umbildungen sich nicht verkleinert haben, auch später sich nicht oder nur unmerklich zusammenziehen. An Zellen mit nicht sehr mächtiger Körner- oder Körnchenschicht wurde nach Schwinden der letzteren und nachdem die Bewegungen der Zelle seit einiger Zeit erloschen waren, vor oder nach beginnender Zusammenziehung derselben mitunter das Vortreten von blassen, hyalinen Buckeln an beschränkten Stellen des Zellumfangs beobachtet, die sich wieder zurückbildeten oder, nachdem sie kurze Zeit ihre Form gewechselt, sich nicht weiter veränderten. Ebenso kam es mitunter zur Abschnürung von kleinen runden Portionen der Zellsubstanz. Ein Paar Mal hatte sich das Hyaloplasma nach Verflüssigung der Körnchen rasch und bis dicht um den Kern zusammengezogen, breitete sich aber auch dann nach Verlauf einer Stunde wieder etwas aus und trieb gleichzeitig kleine buckelförmige Fortsätze vor. Da die gebildeten Fortsätze ganz denen gleichen, welche sich auch an noch unveränderten Zellen entwickeln, da sie ihre Form ändern und sich wieder zurückbilden können, liegt kein Grund vor, sie für etwas Anderes als für Aeusserungen der noch nicht erlosche-

nen Lebensthätigkeiten der Zelle zu halten. An den Kernen wurden ausser den bereits erwähnten, in den ersten 1—2 Stunden eintretenden Veränderungen keine weiteren wahrgenommen. Nur vereinzelt fanden sich ziemlich unveränderte Körnerzellen und Zellen, deren Kernanlage sich nach Schwund der Körner und Körnchen vergrössert, ihre homogene oder granulirte Beschaffenheit behalten oder sich in einen blassen Kern umgewandelt hatte (Fig. 10, *b*, *c* u. *d*). Die Könerzelle *a* Fig. 10 hatte während 4 Stunden ununterbrochen bald lebhafte, bald träge Bewegungen gezeigt, bis gegen Ende der Beobachtungszeit die Körner zum grössten Theil miteinander zu einer homogenen Masse verschmolzen, während die Kernanlage unverändert blieb.

Die schon im frischen Blutpräparat in wechselnder Zahl enthaltenen, innerhalb der Gefässe aus Umbildung der Körner- und Körnchenzellen wie der im Folgenden beschriebenen Zellen hervorgegangenen kernhaltigen Rundzellen besitzen fast sämmtlich eine runde oder ovale Gestalt, lassen Bewegungen und Formveränderungen nicht oder nur selten wahrnehmen und ihr glänzender Kern wird von einer meist wenig mächtigen Schicht hyalinen oder nur sparsamen Körnchen einschliessenden Plasmas umschlossen, die an Dicke die Kernhülle mitunter nur um das Doppelte oder Dreifache übertrifft und häufig durch eine zarte Membran begrenzt wird. Die bei vielen Zellen auffallend geringe Mächtigkeit des Hyaloplasmas lässt sich vielleicht auf das wiederholte Statthaben von Abschnürungsvorgängen zurückführen, da dem Umfang der Zelle mitunter noch einzelne abgeschnürte Hyaloplasmakugeln anhaften.

Ausser den beschriebenen Zellformen finden sich im Blut, wenn auch nur vereinzelt und immer viel seltener als die Körner- und Körnchenzellen spindelförmige oder ovale Zellen, welche eine Kernanlage oder einen blassen Kern enthalten. Der Zellkörper ist ganz homogen oder fein und blass granulirt, mitunter blass genetzt, schliesst Körner gar nicht und glänzende Körnchen ebenfalls nicht oder nicht in erheblicher Menge und in mehr oder weniger gleichmässiger Vertheilung ein. Rasch oder im Verlaufe einer halben Stunde wandeln sich die Kernanlage oder der blasse Kern, häufig unter Formveränderungen und unter Grössenzunahme, in einen glänzenden Kern um, während das Plasma unter Schwinden seiner blassen Granulirung und ohne eine erhebliche Volumenszunahme zu erfahren, homogen wird und sich allmählig immer dichter um den Kern zusammenzieht. Es unterscheiden

sich demnach diese Zellen von den Körner- und Körnchenzellen nur dadurch, dass ihr Plasma entweder keine Körnchen enthält, ganz homogen ist, oder vorwiegend blasse Körnchen und blasse Netze. Da aber in den Körnchenzellen neben den glänzenden sich immer auch blasse Körnchen finden und die glänzenden, wenn sie allmählig verschwinden, vorher verblassen, würde es kaum gerechtfertigt sein, diese Zellform als eine besondere zu erwähnen, wenn sie nicht in sofern von Interesse wäre, als die blassen Kerne hier Umbildungen ihrer Stromatheile und Hülle sehr deutlich erkennen lassen. In Körner- und Körnchenzellen wurde die langsame Umwandlung eines blassen in ein glänzendes Stroma verfolgt und es kommt dabei wohl zu Veränderungen in der Form und Dicke der einzelnen Stromatheile, indessen wurde hier wenigstens nicht beobachtet, dass dieselben, nachdem sie sich einmal entwickelt, auch wieder schwinden können, um sich dann von Neuem zu bilden. In den Zellen mit blass granulirtem oder homogenen Plasma ändert dagegen das blasse Kernstroma, ehe es zu einem bleibenden, glänzenden umgebildet wird, bald rasch, bald langsam seine Beschaffenheit, die Form, Zahl, Anordnung und Vertheilung wie das Brechungsvermögen der vorhandenen Stromatheile unterliegen einem Wechsel, der sich bald sehr rasch, bald langsam unter längeren Stillständen vollzieht und dann leicht übersehen werden kann.

1) Einzelne knotige oder strangförmige Stromatheile verändern ihre Form, Stärke und gleichzeitig häufig ihre gegenseitige Lage. Während einzelne ihrer zackigen Fortsätze schwinden, bilden sich andere, kernkörperchenartige Gebilde verlängern sich, strangförmige verlängern oder verkürzen sich und bekommen partielle Verdickungen, die sich wieder zurückbilden können. Benachbarte Stromatheile werden durch neugebildete Brücken verbunden oder fliessen zusammen und die grossen und derben, aus ihrer Vereinigung entstandenen Gebilde verändern zwar ebenfalls ihre Form und Lage, werden aber nicht immer wieder zurückgebildet, sondern verdichten sich und werden zu Bestandtheilen des glänzenden Kernstromas.

2) Eine grössere oder geringere Anzahl von Stromatheilen entsteht und vergeht während der Beobachtung. Fäden, Stränge und Knoten sondern sich zu Körnchen oder verblassen und schwinden und gleichzeitig entwickeln sich neue Stromatheile, die zum Theil untereinander und mit den bereits vorhandenen verschmelzen und ebenfalls ihre Form bald rasch, bald allmählig ändern,

so dass während der Beobachtung sich nach und nach der ganze Typus des Stromas ändert, z. B. an Stelle eines vorwiegend fädigen Stromas ein solches tritt, das neben derberen Körnchen und knotigen Bildungen nur spärliche Fäden enthält. In ganz entsprechender Weise sieht man stellenweise sich eine zarte oder derbere Hülle bilden, die sich wieder zu einzelnen Körnchen sondert oder unter allmähligem Blässer- und Feinerwerden ganz schwindet, und man kann diesen Vorgang an derselben Stelle nicht blos einmal, sondern wiederholt beobachten.

3) Einzelne Stromatheile oder eine Anzahl derselben werden mitunter rasch oder allmählig deutlicher und dunkler, um dann wieder zu verblassen.

Nachdem dieser Wechsel in der Beschaffenheit des blassen Stromas kürzere oder längere Zeit gedauert, werden seine Theile dauernd dunkler und deutlicher kontourirt, sie wie die Hülle bekommen rasch, innerhalb weniger Sekunden, oder allmählig ein glänzendes Aussehen, und der so entstandene glänzende Kern verändert sich nicht weiter oder zieht sich nachträglich zusammen.

Die Umbildungen des Kernstromas sind aber, wenn sie mit einiger Lebhaftigkeit vor sich gehen, auch mit Aenderungen der ganzen Kernform verbunden oder mit der Bildung vorübergehend auftretender knickförmiger oder buchtiger Einziehungen und winkliger Vorsprünge, die an wechselnden Stellen des Kernumfangs auftreten.

Einmal bildete sich das glänzende Stroma gar nicht aus dem ganzen Stroma des blassen Kerns, sondern nur aus den mittleren und inneren Schichten desselben, während die Fäden und Stränge der äusseren, peripheren Schicht sich aus ihren Verbindungen lösten und sich zu einzelnen Körnchen sonderten, die dann ausserhalb des neuen glänzenden Kerns lagen. In ganz entsprechender Weise war auch nach Einleiten inducirter Ströme die Bildung des glänzenden Kerns aus nur einem Theil der Kernanlage beobachtet worden. Es können mithin nicht blos nukleinhaltige Einlagerungen des Hyaloplasmas, die Körner und Körnchen, zur Bildung des glänzenden Kerns verwendet werden, sondern es können auch umgekehrt bei Bildung eines solchen Theile der Kernanlage oder des blassen Kerns abgetrennt und damit zu Theilen des Zellkörpers werden, so dass dann der glänzende Kern kleiner ist als der blasse Kern oder die Kernanlage, aus denen er hervorgegangen ist.

Ueber Formveränderungen der Kerne wie über Beweg-

lichkeit, Um- und Neubildungen des Kernstromas und der Kernhülle liegen bereits eine Anzahl Beobachtungen vor.

Prudden[1]) sah in den Kernen der Knorpelzellen vom Hyalinknorpel des Froschs einzelne Fäden verschwinden und wiedererscheinen.

Stricker[2]) beobachtete an den Kernen der Blutkörper von Fröschen und Tritonen, wie an den Kernen von Flimmerepithelien Bewegungen des Stromas und der Hülle. Die letztere zeigt an wechselnden Stellen Unterbrechungen, die $^1|_3 - ^1|_2$ ihres Umfangs betragen können, schwindet stellenweise, um sich dann von Neuem zu bilden, und gestattet bei dem Wechsel in der Bildung und Rückbildung einzelner Abschnitte ihres Umfangs ein Grösser- und Kleinerwerden des Kerns. Benachbarte Kerne können ganz miteinander verschmelzen, um sich dann wieder zu theilen. Da das bewegliche Innengerüst durch die Lücken der Hülle kontinuirlich in den Zellleib übergeht, stellt die Hülle nur eine Zone des Zellleibes dar in einem gewissen Zustande, der sich durch Aussehen und durch die Essigsäurereaktion zu erkennen giebt. Die Kernkörperchen sind Bestandtheile des amöboiden Retikulum oder Reste desselben, wenn es zerreisst; in Kernen mit lebhaft amöboidem Retikulum entstehen und schwinden die Knotenpunkte desselben unter den Augen. Es ändert sich aber nicht nur die Beschaffenheit der Hülle und der Theile des Inneren, sondern es schwinden auch die ganzen Kerne, entstehen von Neuem und verschmelzen untereinander. Mit Bildung des Kerns aus dem Protoplasma geht ein chemischer Prozess einher, so dass nach Zusatz von Essigsäure der Kern fixirt, glänzend und scharf kontourirt wird, während der Zellkörper quillt. Bei seiner Rückbildung wandelt sich der Kern wieder in Protoplasma um.

Freie Kerne entstehen dadurch, dass das Protoplasma sich ganz in den Kern zurückzieht, aus dem es gelegentlich wieder vorbrechen kann.

Ebenso hat Unger[3]) an Kernen aus verschiedenen Geweben (Epithelien der Nickhaut und Hornhaut, der Mundhöhlen-, Magen- und Darmschleimhaut, der Harnblase, ebenso in Kernen der glatten und quergestreiften Muskelfasern und der Intervertebralganglien) theils Bewegungen des Gerüsts allein beobachtet, theils

[1]) Virchow's Archiv. Bd. 75.

[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 76, III^te^ Abth. 1877.

[3]) Stricker, medic. Jahrbücher. 1878.

auch Bewegungen und Formveränderungen der Hülle, das Auftreten und Wiederschwinden von Fortsätzen der letzteren wie das Auftreten und sich Wiederschliessen von Lücken.

Peremeschko[1]) sah in den Kernen aus den Epithelien des Schwanzes und der Schwanzflossen von Tritonen die Fäden der Netze sich verlängern und verkürzen, verdicken, verdünnen, sich beugen und strecken, während dabei der Kern schwache Lokomotionen ausführte.

Leichte Formveränderungen der Kernoberfläche sind von Schleicher[2]) an Knorpelzellen, von Flemming[3]) an Kernen verschiedener Gewebe wahrgenommen worden. Flemming sah an den Kernen der Epithelzellen der Schwanzflossen der Salamanderlarve Veränderungen in der Anordnung, Tiefe und Weite der Buchten ihres Umrisses und ähnliche Formveränderungen an den Membranen von Bindesubstanz- und Knorpelzellenkernen eintreten; er sah Wanderzellen, deren Plasma nur Anhäufungen an den Polen des gestreckten Kerns bildete, sich abrunden und glaubt, dass diese Vorgänge sich ebenso gut auf Verschiebungen der umgebenden Zellsubstanz und auf die fortdauernden Diffusions- und Stoffumsatzvorgänge zwischen Kern und Zellsubstanz beziehen lassen, als auf etwaige Kontraktionskräfte, die im Innern des Kerns ihren Sitz haben.

Von Weismann[4]) wurden lebhafte Gestaltveränderungen des vorderen und hinteren Polkerns im Ei von Schlupfwespen beobachtet. Weismann bezeichnet die Gestaltveränderungen ausdrücklich als amöboide Bewegungen mit dem Bemerken, dass in dem den Kern umgebenden körnerhaltigen Protoplasma dabei keine Bewegungen wahrnehmbar waren.

In den Krebsblutkörpern sind Formveränderungen des sich entwickelnden glänzenden Kerns schon in meiner früheren Mittheilung von mir beschrieben worden; dieselben sind, wie man sich leicht überzeugt, abhängig von Bewegungen der noch in der Umbildung begriffenen Theile der Hülle und des Stromas. Ebenso sind die Formveränderungen der blassen Kerne mit beweglichem und sich umbildenden Stroma auf die Bewegungen und Umbildun-

---

[1]) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 16.

[2]) Bulletin de l'Acad. royale de Belg. 1879. 2 Ser. t. 47, Nr. 6.

[3]) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 16; Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung. 1882. S. 97.

[4]) Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwickelungsvorgänge im Insektenei. Bonn 1882. S. 80.

gen der Stromatheile zurückzuführen und es gewinnt unter diesen Umständen die oben geäusserte Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dass auch die buckligen und zackigen Vortreibungen, welche an den Kernanlagen vortreten und wieder schwinden, als aktive Bewegungserscheinungen aufzufassen sind.

Die von Stricker in Leukocyten von Fröschen und Tritonen, von mir [1]) in den Leukocyten von Fröschen und Kröten an den Kernen wahrgenommenen Vorgänge sind denen in den blassen Kernen von Krebsblutkörpern sehr ähnlich, so weit es sich um Um- und Neubildung von Hüllen- und Stromatheilen handelt, während in anderen Beziehungen die Kerne wie die geformten Theile des Zellkörpers in beiden Zellformen ein wesentlich verschiedenes Verhalten darbieten.

Den amöboiden Leukocyten der Batrachier fehlt eine Kernanlage, in den wenig beweglichen Zellen findet sich zwar häufig ein von den glänzenden, gelblichen Körnchen umschlossener homogener oder blass granulirter Körper, derselbe verändert sich aber spontan nicht und wandelt sich nur unter dem Einfluss inducirter Ströme in einen Kern oder einen kernartigen Körper um. In den amöboiden Zellen dagegen können sich Kerne aus jedem Abschnitt des Körnchenplasmas bilden, miteinander verschmelzen, sich theilen und wieder verschwinden, das letztere aber selbst erfährt, wie von mir nachgewiesen wurde, gleichzeitig noch Veränderungen, die ihrer Art nach denen ganz ähnlich sind, welche zur Bildung von Kernen führen. Feine und blasse Körnchen verschmelzen zu derberen und dunkleren, zu kurzen oder zu längeren Fäden und mitunter zu einem das Körnchenplasma durchziehenden verästelten Reiserwerk, es entstehen Vakuolen, die von kleinen Kernen gar nicht zu unterscheiden sind, ohne dass aber hier diese Bildungen von dauerndem Bestande wären. In den Krebsblutkörpern laufen dagegen die Veränderungen in einer bestimmten Reihenfolge ab und führen zur Bildung einer Zelle und eines Kerns, die sich nicht wesentlich weiter verändern und die eine von der ursprünglichen vollkommen verschiedene Beschaffenheit besitzen. Aus dem Material der Körner und Körnchen können sich zwar wiederholt Netze bilden und zurückbilden, früher oder später aber verflüssigen sich dieselben in dem Hyaloplasma, ein einmal glänzend gewordener Kern sondert sich nicht wieder zu einzelnen Körnchen und Fäden

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften v. 10. Nov. 1882.

und entwickelt sich ausserdem nur aus der Kernanlage oder aus einem aus der letzteren hervorgegangenen blassen Kern, also aus einem präformirten Körper. Die Körner und Körnchen können sich an seiner Bildung in wechselnder Weise betheiligen, sie können aber nicht, wie in den Froschblutkörpern, durch ihr blasses Verschmelzen seine Bildung bewirken. Dagegen erfolgt die Grössenzunahme blasser oder glänzender Kerne in den Froschblutkörpern in ähnlicher Weise wie die Grössenzunahme der Kernanlage in Krebsblutkörpern. In den ersteren schwindet die bereits vorhandene Hülle, indem sie sich zu einzelnen verblassenden Körnchen sondert, während aus verschmelzenden Körnchen des umgebenden Körnchenplasmas sich eine neue Hülle bildet; in den letzteren wächst der Umfang der Kernanlage durch Apposition neuen Materials seitens verflüssigter Körnchen und Körner oder es entsteht die Kernhülle, unter Umständen auch der periphere Theil des Stromas aus direkt miteinander verschmelzenden Körnern und Körnchen. Die Analogie im Verhalten der Krebsblutkörper und der Froschblutkörper bezüglich der Kernbildung beschränkt sich also auf die letzteren Vorgänge und darauf, dass das Stroma und die Hülle der blassen Kerne in den Zellen beiderlei Art bewegliche und veränderliche Bildungen sind und früher oder später, in den Froschblutkörpern sehr häufig, in den Krebsblutkörpern regelmässig, eine glänzende Beschaffenheit erlangen. Die einmal glänzend gewordenen Kerne bilden sich in den Krebsblutkörpern nicht wieder zurück, bei den Kernen der Froschblutkörper ist dies dagegen der Fall.

Auch in Betreff der Wirkung der Essigsäure zeigen die Froschblutkörper und die Krebsblutkörper nur insoweit ein übereinstimmendes Verhalten als in beiden blasse Kerne glänzend und scharf kontourirt werden; in den Froschblutkörpern werden gleichzeitig die Körnchen und Fäden des Körnchenplasmas deutlicher, während die homogenen oder nur sehr blass granulirten Abschnitte des Zellkörpers quellen. In den Krebsblutkörpern quillt das Hyaloplasma nicht, die Körner differenziren sich zu Körnchen und Fäden und in der Kernanlage kommt es zur Neubildung dunkler, sehr dicht gestellter und scharf umschriebener Körnchen, so dass meist nur ein kernartiger aber dabei von spontan entstandenen Kernen sehr verschiedener Körper entsteht.

Eine sehr auffallende und bisher übersehene Erscheinung an den farblosen Froschblutkörpern ist das mitunter eintretende Verblassen derselben bis zu ihrem fast völligen Verschwinden. Es

beruht auf einer vorübergehenden Verflüssigung aller geformten Zellbestandtheile, die sich nach kürzerer oder längerer Zeit von Neuem aus der homogen gewordenen Zellsubstanz differenziren. In den Krebsblutkörpern scheint die Verflüssigung der Körner und Körnchen und die Vermischung ihrer Substanz mit dem an Volumen zunehmenden Hyaloplasma auf ähnlichen molekularen Veränderungen zu beruhen, indessen treten hier die Körner und Körnchen in der früheren Weise überhaupt nicht wieder hervor und auch nur in einem Theil der Zellen erhält das Plasma nachträglich, nach seiner bereits eingetretenen Zusammenziehung eine feinkörnige Beschaffenheit.

Die Vorgänge, welche bei der Kernbildung in den Blutkörpern der Batrachier und Krebse stattfinden genügen für sich schon, um zu zeigen, dass es nicht statthaft ist, einen Modus der Kernbildung als den ausschliesslich gültigen hinzustellen. In den Froschblutkörpern entstehen Gebilde die ganz allgemein als Kerne angesehen werden innerhalb des Körnchenplasmas aus Körnchen und Fäden, die miteinander zur Bildung der Hülle und der Stromatheile verschmelzen, in den Krebsblutkörpern entstehen dagegen die Kerne aus der Kernanlage, aber nicht in Folge einer Vakuolisirung derselben, sondern in Folge einer Verdichtung ihrer Substanz zu den Elementen der Hülle und des Stromas. In Betreff der Krebsblutkörper stimmen somit diese Befunde mit der Angabe von Bütschli[1]) überein, dass Membran und Innenkörper der thierischen Kerne Differenzirungsprodukte eines ursprünglich homogenen Körpers sind.

Eine Betheiligung des Protoplasma an Bildung des Kerns ist bereits von Auerbach[2]) angenommen, wenn auch nicht thatsächlich begründet worden; nach ihm entsteht die Kernwandung aus dem ersteren, gehört aber nach ihrer einmal erfolgten Bildung wesentlich dem Kerne zu. Ebenso vermisse ich die Begründung für die Ansicht von R. Hertwig[3]), dass (in Eizellen) das Netzwerk des Kerns sich aus dem Protoplasma bildet, während die Kernkörperchen den Kern als solchen konstituiren und Träger der Kernfunktionen sind. Dass an der Kernbildung sich in einer der geschilderten ähnlichen Weise auch in anderen Zellen körnige

[1]) Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. Abhandlungen der Senkenbergschen naturforsch. Gesellschaft. Bd. X.

[2]) Organologische Studien. Heft I, S. 12. 1874.

[3]) Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. Morph. Jahrb. Bd. II, 1876. S. 77.

oder netzförmige Bestandtheile derselben betheiligen können ist sehr wahrscheinlich, immer aber wird es sich dabei um Umbildung eines dem Nuclein nahe stehenden Körpers handeln und nicht um Verdichtung des Zellplasma als solchem.

Die folgenden Beobachtungen zeigen, dass Umbildungen des Kernstromas auch in lebenden Pflanzenzellen vorkommen, während andere Male ihr Eintritt bezeichnend ist für das Absterben des Kerns und der Zelle.

Die blassen Kerne der Staubfädenhaare von Tradescantia v. verändern mit Eintritt des Absterbens der Zelle ihre Struktur in sehr auffallender Weise. Ihre blassen, häufig als Knotenpunkte sehr engmaschiger Netze vortretenden Körnchen verschmelzen untereinander zu derberen, dunkleren, etwas glänzenden Körnchen oder zu Fäden und Strängen, die zum Theil untereinander verbunden sind oder es bekommt der ganze Kern ein homogenes, glänzendes Aussehen. Auf der anderen Seite wurde von mir das Glänzendwerden blasser Stromatheile an einem lebenden Kern innerhalb einer Blattepidermiszelle von Sanseviera carnea[1]) beobachtet. Während der Kern langsam dem einen Zellende zufloss flachte er sich einseitig ab, streckte sich, wurde sichel- dann halbmondförmig und schliesslich oval. Gleichzeitig änderte sich die Beschaffenheit seines Innern, die Stärke, Anordnung und Vertheilung der Fäden des Stroma, dieselben verblassten vorübergehend und wurden wieder glänzend und als schliesslich der Kern eine ovale Form angenommen hatte und in derselben verharrte, war die Beschaffenheit des Stroma eine ganz andere als Ausgangs der Beobachtung. Da die Bewegung des Kerns eine langsam fliessende und nicht von Drehungen um seine Axe begleitet war, liess sich leicht feststellen, dass der Wechsel in der Form desselben durch die Bewegungen und Umbildungen seines Stromas bedingt war.

Es kann mithin das Auftreten glänzender Kerne an Stelle von blassen ohne Weiteres weder als eine Lebenserscheinung noch als ein Zeichen des Absterbens aufgefasst werden, sondern es bedarf weiterer Anhaltspunkte um im einzelnen Fall darüber Aufschluss zu erhalten. In den Krebsblutkörpern haben die während der Beobachtung entstandenen Kerne genau dieselbe Beschaffen-

[1]) Sitzungsberichte der med. naturwiss. Gesellschaft v. 10. Nov. 1882.

heit wie solche in Zellen des frischentnommenen Bluts und im Blut innerhalb der Kiemengefässe. Da aber die glänzenden Kerne bald nach ihrer Bildung sich wohl zusammenziehen und verdichten können, aber zu amöboiden Bewegungen ihrer Theile überhaupt nicht befähigt sind, fehlt ein sicheres Kriterium für ihr Leben oder Abgestorbensein und wenn auch umgebildete Zellen nach kürzerer oder längerer Zeit wieder anfangen Fortsätze zu entwickeln, so folgt daraus doch nicht nothwendig, dass auch ihren Kernen noch die Eigenschaften zukommen, welche sie in umgebildeten aber innerhalb der Gefässe des lebenden Thiers befindlichen Zellen besitzen.

Nur ganz vereinzelt und in wenigen Präparaten fanden sich im Krebsblut Zellen die weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten und in ihrer ganzen Ausdehnung von einem blassen, zarten Stroma durchsetzt werden, das mitunter Netze, andere Male ein Reiserwerk etwas derberer, längerer und zum Theil unter sich zusammenhängender Fäden bildet. (Fig. 23*a*, 26*a*, 27*a*). Nur einmal wurden an einer solchen Zelle spontan eintretende Veränderungen beobachtet, indem etwa in der Ausdehnung eines grossen Kerns die feinen Reiser derber und glänzender wurden und sich hie und da von einander abschnürten, während sich gleichzeitig die Form und Weite der von ihnen begrenzten Maschenräume änderte. In der Peripherie der Zelle setzten sich die derber gewordenen Fäden unmittelbar in die unverändert gebliebenen fort. Die spontane Bildung eines Kerns wurde nicht beobachtet, während dieselbe unter dem Einfluss inducirter Ströme sehr rasch erfolgte. Es sind Zellen von dieser Beschaffenheit nicht zu verwechseln mit Körnchenzellen, in welchen die Körnchen und die aus ihnen hervorgegangenen Fäden eine etwas ungewöhnliche Vertheilung und Anordnung zeigen; die Zelle ist dann in ihrer ganzen Ausdehnung durchzogen von einem sehr weitmaschigen Gerüst das sich aus Fäden, Körnchenreihen und Gruppen zusammensetzt aber hier in einer der weiteren Maschen eine Kernanlage einschliesst.

Durchmustert man ein eben angefertigtes Blutpräparat so zeigt sich, dass es vorwiegend Körnerzellen, Körnchenzellen und ausserdem die runden oder ovalen Zellen enthält, welche durch die grosse Regelmässigkeit ihrer Form, das Vorhandensein eines glänzenden Kerns und einer denselben bald knapp umschliessenden, bald mächtigeren Schicht von Hyaloplasma ausgezeichnet sind, in welchem Körner überhaupt nicht, Körnchen nur selten und in geringer

Menge eingelagert sind. Spärlicher sind die ovalen oder spindelförmigen Zellen eingestreut, deren Kernanlage oder blasser Kern von einer wechselnd mächtigen Schicht blass granulirter oder zart genetzter Zellsubstanz umgeben wird und nur ganz vereinzelt und selten finden sich die eben erwähnten Zellen, die weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten und deren Körper in seiner ganzen Ausdehnung körnig-fädig differenzirt ist. Unter den Körner- und Körnchenzellen finden sich aber einzelne, deren Körner und Körnchen keine kompakte Schicht mehr bilden, sondern auseinander gerückt sind, Lücken freilassen, sich stellenweise zu Netzen umgebildet haben, während ein Theil der Körner noch vakuolenhaltig ist und daneben finden sich andere, bereits kernhaltige Zellen, die Körner und Körnchen nur noch in spärlicherer Menge einschliessen. Es liess sich kaum bezweifeln, dass diese unmittelbar nach Entnahme des Bluts wahrgenommenen Veränderungen sich schon innerhalb der Gefässe entwickelt hatten und sich ohne Entnahme des Bluts in den letzteren in ähnlicher Weise weiter entwickelt haben würden wie innerhalb der auf dem Objektträger ausgebreiteten Blutschicht. Da aber die Zahl der Zellen, welche schon im eben angefertigten Präparat dieses Verhalten darboten immer eine sehr beschränkte war, so müssen bei oder nach Austritt des Bluts aus den Gefässen molekulare Veränderungen der Zellen eintreten, welche es bewirken, dass in der grossen Mehrzahl derselben sich die Umbildungen vollziehen die ausserdem nur an einer sehr beschränkten Anzahl von ihnen ablaufen. Dem entspricht auch das Verhalten der Zahlen innerhalb der Gefässe.

In den Gefässen der schmäleren, der Untersuchung leicht zugänglichen, unterbundenen Kiemenbüschel finden sich neben einzelnen freien Kernen die gleichen Zellformen wie im frisch entleerten Blut und wie in diesem auch vereinzelt Körner- und Körnchenzellen mit einem blassen Kern der bei manchen schon eine glänzende Hülle besitzt, während Körner und Körnchen bereits auseinander- und zum Theil in die Fortsätze vorgerückt oder stellenweise durch Fadennetze ersetzt sind. In einzelnen Körnerzellen sind die Körner bereits zum Theil vakuolisirt, zum Theil geschwunden oder zu einem Haufen in lebhafter Molekularbewegung begriffener Körnchen zerfallen. Im Verlaufe einer bis zu 6 Stunden nach Anfertigung des Präparats fortgesetzten Beobachtungsdauer schwanden in einzelnen Körnerzellen die Körner zu einem grösseren oder geringeren Theil innerhalb $^1/_4$—1 Stunde unter

Vakuolenbildung oder unter allmähliger Grössenabnahme oder unter Zerfall zu einzelnen Körnchen. Im letzteren Fall bilden sich zunächst stärker brechende nicht scharf umschriebene Stellen, die sich allmählig unter Schwinden des Korns als solchen zu einzelnen distinkten Körnchen sondern. Letztere, wie die Körner selbst verschmelzen mitunter wieder zu derberen, durch Theilungs- und Abschnürungsvorgänge sich verkleinernden Gebilden. Während auf diese Weise die Menge der Körner und Körnchen unter allmähliger Verflüssigung ihrer Substanz mehr und mehr abnimmt wandelt sich der blasse Kern langsam, mitunter erst im Verlaufe von Stunden, in einen glänzenden um; einige Male war diese Umwandlung erfolgt, ohne dass erhebliche Veränderungen der Körner eingetreten wären. Ein Theil der Zellen war in unausgesetzten Bewegungen und Formveränderungen begriffen, die nach etwa halbstündiger Dauer durch Ruhepausen unterbrochen wurden, um dann von Neuem zu beginnen und mitunter so lebhaft waren, dass ganze Reihen und Gruppen von Körnern und Körnchen in die Ausläufer fortgezogen wurden und die Zellen selbst auf nicht unbeträchtliche Strecken fortrückten. Nachdem die Kiemenbüschel für 12 weitere Stunden in Wasser aufbewahrt worden waren, schien die bei Weitem grosse Mehrzahl der Zellen auf den ersten Blick immer noch unverändert zu sein, dagegen waren in ihnen Kernanlagen von blass und fein körnigfädiger Beschaffenheit fast gar nicht enthalten, dieselben waren in Folge von Wasseraufnahme gequollen und meist ganz homogen. In etwas grösserer Zahl als in den ersten 6 Stunden fanden sich in Umbildung begriffene Körner- und Körnchenzellen.

Es erfolgen mithin die Umbildungen der Körner- und Körnchenzellen innerhalb der Gefässe — abgesehen von der Quellung und dem Homogenwerden der Kernanlagen bei längerem Liegen der unterbundenen Kiemenbüschel in Wasser — in ganz analoger Weise wie auf dem Objektträger, nur viel langsamer und immer ist es nur eine beschränkte Anzahl von Zellen, welche denselben unterliegen, während im entleerten Blut die grosse Mehrzahl der Zellen umgewandelt wird. Da nun wie im frisch entleerten Blut, so auch in frischen Kiemenpräparaten sich neben umgebildeten auch einzelne in der Umbildung begriffene Zellen finden, deren Veränderungen sich nicht wohl innerhalb der kurzen, zur Anfertigung des Präparats nöthigen Zeit entwickelt haben konnten, so darf man annehmen, dass eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Körner- und Körnchenzellen

schon innerhalb der Gefässe des lebenden Thiers einer sich allmählig und viel langsamer als auf dem Objektträger vollziehenden Umbildung zu kernhaltigen runden oder ovalen Zellen mit körnchenfreiem oder körnchenarmen Hyaloplasma unterliegt.

Die Untersuchung des Bluts abgestorbener Krebse die in Wasser von 8—10° C. aufbewahrt worden waren ergab, dass nach dem Tode des Thiers die Körner- und Körnchenzellen die gleichen Veränderungen erfahren, wie in dem dem lebenden Thier entnommenen Blute und dass der Tod der Zellen erst nach Ablauf dieser Veränderungen eintritt. Nach dem Tode des Thiers nimmt die Menge der in seinem Blute enthaltenen unveränderten Körner- und Körnchenzellen stetig aber wechselnd rasch ab, so dass im Blute mancher Krebse bereits 24 Stunden nach dem Tode des Thiers nur noch vereinzelte enthalten sind, während sie sich im Blute anderer Krebse noch am zweiten Tage nach dem Tode des Thiers in grosser Zahl, in geringerer Menge am 3ten Tage finden und erst am 4ten Tage sämmtlich geschwunden sind. Die im Blute noch enthaltenen Körner- und Körnchenzellen zeigen rücksichtlich ihrer Beschaffenheit, der Formveränderungen, der Bildung und Rückbildung ihrer Fortsätze wie rücksichtlich der Vorgänge bei Bildung des Kerns und bei Verflüssigung der Körner und Körnchen ganz dasselbe Verhalten, wie die Zellen in dem lebenden Krebsen entnommenen Blute, gleichviel ob der Krebs seit einem, zwei oder 3 Tagen abgestorben war und zeigen auch das gleiche Verhalten gegenüber der Einwirkung inducirter Ströme und chemischer Reagentien. Wie in frischen Blutpräparaten von lebenden Krebsen, so finden sich auch in frischen Blutpräparaten von abgestorbenen Krebsen neben unveränderten Körner- und Körnchenzellen solche, in denen die Verflüssigung der Körner und Körnchen bereits mehr oder weniger weit fortgeschritten ist und die einen noch blassen oder einen bereits glänzenden Kern enthalten. Mit Abnahme der Zahl der unveränderten Körner- und Körnchenzellen nimmt die Zahl der umgewandelten Zellen in gleichem Verhältniss zu, die letzteren zeigen aber nur zum Theil dasselbe Aussehen wie im Blut von lebenden Krebsen, zum Theil haben sie sich in Folge ihres Absterbens in mehr oder weniger auffallender Weise verändert und die Menge der abgestorbenen Zellen nimmt mehr und mehr zu, bis schliesslich die Zellen sämmtlich die gleiche Beschaffenheit darbieten. Während Zellen im Blute von lebenden Krebsen sich nach ihrer Umbildung zum Theil wie-

der zusammenziehen, bleibt ihre Zusammenziehung im Blute von todten Krebsen aus oder wird weniger beträchtlich und im Zellkörper treten derbere, dunkle, nicht glänzende Körnchen, und kleine, unregelmässig gestaltete, dunkle Körner und meist kurze Fäden in zunehmender Menge auf, so dass der erstere bei gleichmässig dichter Stellung derselben ein trübes, dunkles Aussehen bekommt, wie es die entsprechenden Zellen aus dem Blute lebender Krebse nie darbieten. Dieselbe Beschaffenheit nimmt auch das Hyaloplasma der kleineren, kernhaltigen runden oder ovalen Zellen an, die sich schon innerhalb der Gefässe des lebenden Thiers aus den Körner- und Körnchenzellen entwickelt haben. Ebenso bekommen die freien wie die in Zellen eingeschlossenen Kerne zum grossen Theil ein dunkleres Aussehen, indem zwischen ihren Stromatheilen theils feine, theils derbere Körnchen in wechselnd dichter Stellung auftreten. Mit Eintritt der Fäulniss entwickeln sich zahlreiche Vibrionen und die Zellen zerfallen allmählig; ihre Kontouren werden unregelmässig, sehen wie angenagt oder gezähnelt aus, erhalten stellenweise tiefere Einbuchtungen und im Bereiche der zerfallenden Abschnitte ragen überall die Körnchen und Fäden des Zellkörpers frei hervor.

Im Blute mancher abgestorbener Krebse finden sich in beträchtlicher Zahl umfangreiche Zellen, deren Körner mehr oder weniger beträchtlich vergrössert und wechselnd starkglänzend, homogen oder sehr fein und blass granulirt und nur ausnahmsweise vakuolisirt sind, häufiger dagegen in den centralen Abschnitten ein schwächeres Brechungsvermögen besitzen als in der Peripherie. Körner von ähnlicher Beschaffenheit, ebenso nicht vergrösserte Körner, sind daneben in der Regel in ziemlicher Menge vereinzelt oder noch zu kleinen Gruppen verbunden frei im Blut enthalten, ausserdem Kugeln blassen Hyaloplasmas und einzelne geschichtete Körper von myelinartigem Aussehen. Vergrösserte Körner kommen, wie bereits erwähnt wurde, sowohl frei als in Zellen eingeschlossen, mitunter auch im Blute von sehr lebenskräftigen Thieren in beträchtlicher Menge vor, es kann desshalb weder die Grössenzunahme der Körner noch ihr Freiwerden durch den Zerfall der Zellen als charakteristisch für den Eintritt des Todes des Thiers angesehen werden. Eine Verflüssigung beträchtlich geschwellter Körner kommt weder spontan noch nach Einwirkung inducirter Ströme zu Stande.

In Fig. 19*a*, *b* und *c* sind abgestorbene Zellen abgebildet, deren Kern und Plasma eine gleichmässig trübe, körnige Be-

schaffenheit besitzt; das letztere enthält einzelne derbere Körnchen und besitzt am linken Umfang bei *a* und im grössten Theil seines Umfangs bei *c* eine verhältnissmässig derbe Hülle. In *d* und *e* ist die körnige Trübung des Plasma erst in der Entwicklung begriffen.

Bei den geschilderten Veränderungen der Zellen lassen sich 3 Vorgänge unterscheiden, die Bildung eines Kerns aus der Kernanlage, die Verflüssigung der Körner und Körnchen und die Veränderungen des Hyaloplasmas. Die Bildung eines Kerns kann ganz unabhängig von der Verflüssigung der Körner und Körnchen lediglich aus der Substanz der Kernanlage erfolgen, andere Male betheiligen sich Körner und Körnchen an derselben, direkt oder nach ihrer vorgängigen Verflüssigung. Die Veränderungen des Hyaloplasmas, seine oft sehr beträchtliche Volumenszunahme wie der Eintritt ungewöhnlich lebhafter Bewegungen sind immer abhängig von der Aufnahme des Materials der Körner und Körnchen, aber unabhängig von der Bildung eines Kerns.

Die Kernanlage erweist sich als ein besonderes Gebilde innerhalb der Zelle in der Regel schon durch ihr Brechungsvermögen, welches nur ganz ausnahmsweise von dem des Hyaloplasma nicht verschieden, meist merklich stärker ist wie sich deutlich an Stellen erkennen lässt, wo sie im Bereiche von Lücken der Körner- oder Körnchenschicht unmittelbar an das Hyaloplasma grenzt und wo auch ihre zarte und blasse Hülle — wo eine solche überhaupt vorhanden — deutlicher vortritt als da, wo sie von Körnern oder Körnchen umschlossen wird. Die wechselnd dichte Beschaffenheit der Kernanlage dokumentirt sich durch ihr verschiedenes Verhalten während der Bewegungen des Hyaloplasma. Während sie mitunter durch die letzteren als ein relativ fester Körper, ohne ihre Form zu verändern, theilweise aus der Zelle ausgepresst wird, verändert sie andere Male bei weicherer Konsistenz nicht blos ihre Lage, sondern auch ihre Form und lässt auch solche Formveränderungen erkennen, die wie das Vertreten und Wiederverstreichen von einzelnen Buckeln und Zacken zwar durch Bewegungen des Hyaloplasma bedingt, ebensogut aber auch der Ausdruck aktiver Bewegungsvorgänge sein können. Da blasse wie in der Entwicklung begriffene glänzende Kerne Bewegungen ihrer Stroma- und Hüllentheile wahrnehmen lassen, ist es wahr-

scheinlich, dass auch die Substanz der Kernanlage das Vermögen besitzt selbständige Bewegungen auszuführen.

Bei Bildung des Kerns erfährt die Substanz der Kernanlage, sowohl wenn sie homogen als wenn sie feinkörnig-fädig ist, molekulare Veränderungen in Folge deren ihre Tagmen unter Aufgeben ihres lockeren Gefüges festere Verbindungen eingehen und zur Bildung der derberen und feineren, glänzenden, scharf umschriebenen Theile des Stromas und der Hülle zusammentreten, die theils gleichzeitig, theils nach einander entstehen und sich durch Apposition neuer Theile unter Veränderung ihrer Form vergrössern. Wie die Anordnung und Vertheilung der Stromatheile, so wechselt auch ihre Menge sehr beträchtlich, was sich zum Theil wohl auf die verschiedene Dichtigkeit der Kernanlage selbst, zum Theil vielleicht darauf zurückführen lässt, dass die nach Bildung der Stromatheile zurückbleibende Grundsubstanz eine wechselnd dichte Beschaffenheit besitzt und bei spärlich vorhandenem Stroma reicher an plastischem Material ist als im umgekehrten Fall. Dieselbe lässt mitunter noch eine sehr blasse, äusserst dichte und feine Granulirung erkennen.

Die Körner und Körnchen werden in der überwiegenden Mehrzahl der Zellen ganz oder zum grössten Theil verflüssigt, nachdem sie durch gleichzeitige Bewegungen des Hyaloplasma einzeln oder gruppenweise Verschiebungen erfahren, sich über grössere Abschnitte der sich gleichzeitig vergrössernden Zelle verbreitet und unter Verschmelzungen, Wiederdifferenzirungen, Bildung von Fäden und Netzen sich in wechselnder Weise umgebildet haben. Ihre Substanz vermischt sich entweder ausschliesslich mit dem Hyaloplasma oder wird zum Theil zur Bildung der Kernhülle allein oder auch der ganzen peripheren Schicht des Kerns verbraucht. In den Körnern kommt die Verflüssigung auf eine 3fache Weise zu Stande.

1) In der Mehrzahl der Zellen verflüssigt sich das Innere der Körner, es bildet sich eine einzige Vakuole oder ein Paar Vakuolen die zu einer einzigen grösseren verschmelzen; nach Aufbrechen derselben und nach Entleerung ihres Inhalts bleiben ein Paar Körnchen oder ein kleineres Korn zurück, das sich von Neuem vakuolisirt und seinen Inhalt ebenfalls unter Zurücklassung von einem oder von 1 Paar Körnchen entleert.

2) Neben Körnern, welche unter Vakuolenbildung schwinden, finden sich vereinzelt andere, deren Substanz sich zu erst undeutlich, dann scharf vortretenden Körnchen sondert und in manchen

Zellen kommt der Schwund der Körner vorwiegend auf diese Weise zu Stande.

3) Meist ebenfalls vereinzelt kommen Körner vor, die sich weder vakuolisiren noch zu einzelnen Körnchen zerfallen, sondern rasch oder langsam sich verkleinern und ganz oder unter Zurücklassung einzelner Körnchen schwinden.

Beim körnigen Zerfall wie beim einfachen Schwund der Körner handelt es sich ohne Zweifel um Vorgänge, die denen bei der Vakuolisirung ganz analog sind, um eine Verflüssigung der Kornsubstanz, die im ersteren Fall von kleinen, umschriebenen Stellen ausgehend, mit ihrem Umsichgreifen die dicht gebliebenen Theile in Form von Körnchen zurücklässt, während im zweiten Fall das Korn in seinem ganzen Umfang, in von Aussen nach Innen fortschreitender Richtung, also gerade umgekehrt, wie bei der Vakuolisirung sich verflüssigt. In Betreff der zurückbleibenden Körnchen ist es häufig nicht mit Sicherheit festzustellen, ob ihr Schwinden ebenfalls auf eine Erweichung und Verflüssigung zurückzuführen ist oder ob sie durch Bewegungen des Hyaloplasmas fortgeführt worden sind, da aber schliesslich nach Schwund der Körner die Menge der Körnchen sich meist noch auffallend verringert, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie sich zu einem grösseren oder geringeren Theil ebenfalls noch verflüssigen. Bei ihrer Kleinheit lässt sich, wie bei den Körnchen der Körnchenzellen, nur konstatiren, dass sie vor dem Verschwinden verblassen und nicht mehr scharf vortreten.

Ueber die Vorgänge, welche der Verflüssigung der Körner und Körnchen zu Grunde liegen, liessen sich bestimmte Anhaltepunkte nicht gewinnen. Dass die Körner unter Umständen quellen können, liess sich durch direkte Beobachtung feststellen; es kommen sehr vereinzelt und nur ganz ausnahmsweise Körner vor, welche nicht vakuolisirt werden, aber unter allmähligem Verblassen eine so beträchtliche Volumenszunahme erfahren, dass sich ihre Grenzen nicht mehr bestimmen lassen. Häufig vergrössern sich die Körner vor ihrer Vakuolisirung etwas und erhalten gleichzeitig einen stärkeren Glanz; ob in diesem Falle eine Aufnahme von Flüssigkeit stattgefunden hat oder ob die Körner nur durch Verschmelzen mit den sie umspinnenden Fäden an Umfang zugenommen oder auch Veränderungen ihrer Substanz erfahren haben, muss dahin gestellt bleiben, keinenfalls aber ist die vorgängige Imbibition wässriger Flüssigkeit für die Bildung von Vakuolen unerlässlich, da sich zahlreiche Körner vakuolisiren ohne vorher

Veränderungen ihrer Grösse, Form und ihres Brechungsvermögens zu erfahren, was sich mit der Aufnahme irgend erheblicher Mengen Flüssigkeit in das Innere des Korns nicht vereinigen lässt. Es lässt sich schon dadurch eine Annahme ausschliessen, wie sie von van Beneden[1]) bezüglich der Bildung von Vakuolen in Kernkörperchen gemacht worden ist, die nach ihm das Produkt der Vereinigung von Nukleolarsubstanz mit Kernsaft sind. Auch dann geht die Verflüssigung der Kornsubstanz ohne Volumenszunahme des ganzen Korns vor sich, wenn sie sich in Form kleiner disseminirter Herde, unter Zurücklassung einzelner Körnchen entwickelt. Dass der Inhalt der Vakuolen nur aus verflüssigter, aber nicht wesentlich veränderter Kornsubstanz besteht, ergiebt sich ausserdem unmittelbar aus der wiederholt gemachten Beobachtung, dass die Vakuolenflüssigkeit wieder fest wurde, das Korn ohne sich zu verkleinern, in seinen verflüssigten inneren Partien seinen früheren Glanz wieder erhielt und als ein Körper von durchaus gleichartigem Brechungsvermögen erschien der sich nach einiger Zeit von Neuem vakuolisirte. Es können mithin auch irgend tiefer greifende chemische Veränderungen bei der Vakuolisirung nicht stattfinden. Erwärmung des Objektträgers auf 35—40° C. blieb entweder ohne Einfluss auf die Vakuolenbildung oder bewirkte eine Verzögerung derselben. Es lässt sich darnach nur konstatiren, dass die Körner und Körnchen die Fähigkeit besitzen ihren Aggregatzustand bald rasch, bald allmählig zu ändern, ohne dass sich eine Einsicht in die dabei stattfindenden Aenderungen in der molekularen Struktur und in ihre Ursachen gewinnen liesse. Auf Vorgängen ähnlicher Art, beruht sehr wahrscheinlich das Schwinden und sich Wiederbilden von Fäden und Netzen aus dem Material der Körner und Körnchen, von Stromatheilen blasser Kerne in blass-granulirten Zellen und wohl auch die Bildung und Wiederverflüssigung von Fäden und Netzen innerhalb des strömenden Plasmas von Pflanzenzellen.

Die direkte Verschmelzung der Körner zur Bildung der Kernmembran wurde nur dann beobachtet, wenn die Kernanlage von einer schmalen Körnerschicht umgeben war, während

[1]) Contributions à l'histoire de la vésicule germinative. Bullet. de l'acad. r. de Belgique. p. 41, 1876. Die Bildung von Vakuolen unter Wasseraufnahme von Aussen ist neuerdings in den Plasmodien von Aethalium septicum durch Krätzschmar experimentell festgestellt worden. (Untersuchungen aus dem bot. Laborator. zu Göttingen, 1883.)

in Fällen, in welchen die Körner, wie es in der Regel der Fall ist, eine mehrfache Schicht bilden, die Verflüssigung derselben weder rasch noch so gleichzeitig erfolgte, wie es bei ihrem direkten Verschmelzen zur Bildung der Membran der Fall ist. Meistens etwas langsamer als aus den Körnern bildet sich die Kernmembran aus den Körnchen, aus deren Verschmelzung zunächst stäbchenartige, häufig Anfangs noch gekörnte Bruchstücke hervorgehen die von einander durch einzelne Lücken und durch Reihen noch unverschmolzener Körnchen getrennt werden. Erst nachträglich verschmelzen die letzteren zum Theil oder sämmtlich miteinander und die so entstandenen, den Durchschnitt der Membran repräsentirenden Kontouren bekommen eine gleichmässige Rundung und ein glattes, glänzendes Aussehen. Gar nicht selten wird die Membran nicht aus den unmittelbar die Kernanlage umschliessenden Körnchen gebildet, sondern dieselben werden bei der Membranbildung überschnitten und wandeln sich in seteneren Fällen direkt zu Theilen des peripheren Kernstromas um, verblassen und schwinden häufiger zunächst und erst nachträglich entwickeln sich die letzteren aus ihrer verflüssigten Substanz. Wenn die Membran aus den unmittelbar die Kernanlage umschliessenden Körnchen hervorgeht, entwickelt sich das Kernstroma gleichzeitig oder erst später und einzelne seiner Bälkchen und Fäden verschmelzen mit der Membran. In allen Fällen, wo die Membran durch direktes Verschmelzen von Körnern oder von Körnchen entstanden ist besitzt sie, wie die letzteren, eine leicht gelbliche, aber deutliche Färbung, die erst allmählig schwindet, während dieselbe fehlt, wenn sich zunächst die Kernanlage nach Kosten des Materials der Körner und Körnchen vergrössert und dann erst die Membran gebildet hat.

Wenn sich die Kernanlage vor Bildung der Hülle und des Stromas vergrössert verschmilzt ihre Substanz so mit dem verflüssigten Material der umgebenden Körner und Körnchen, dass ihre frühere Grenze sich nicht mehr bestimmen lässt. Die Vergrösserung wird eine gleichmässige, wenn Körner und Körnchen reihenweise, eine ungleichmässige, wenn die Körner einzeln und nacheinander, die Körnchen sich truppweise verflüssigen. Im letzteren Fall bildet das mit der Kernanlage verschmolzene Material der Körnchen und Körner zackige, zwischen die noch vorhandenen Körner und Körnchen der Umgebung ausgreifende Fortsätze, die erst mit und nach Bildung der Membran aus ihrer Substanz verstreichen und sich abrunden.

Dass die Kernanlage und die Körner und Körnchen, trotz ihres sehr verschiedenen Brechungsvermögens sehr nahe verwandte Körper sind, geht ohne Weiteres aus der Thatsache hervor, dass die Körner und Körnchen sich an Bildung der Kernhülle und die letzteren auch an der des Kernstromas betheiligen können, so dass am entwickelten Kern die aus ihrem Material hervorgegangenen Theile desselben sich in nichts von den entsprechenden Theilen anderer, ausschliesslich aus der Kernanlage gebildeter Kerne unterscheiden, sobald die ihnen Anfangs noch anhaftende gelbliche Färbung geschwunden ist. Es enthalten somit ohne Zweifel die Kernanlage wie die Körner und Körnchen eine Modifikation des Nukleins und wandeln sich, die letzteren direkt, oder indem sie zunächst mit ihrer Verflüssigung eine der Kernanlage ähnliche Beschaffenheit erlangen, bei Bildung des Kerns in den Körper um, der gewöhnlich als Nuklein bezeichnet wird. Ob ausserdem die Kernanlage, wie die Körner und Körnchen noch andere Körper einschliessen, ob namentlich den letzteren eine analoge Zusammensetzung, wie den Dotterplättchen der Wirbelthiere zukommt und sie noch Vitellin und Lecithin, wenn auch nur in geringen Mengen enthalten, muss dahingestellt bleiben.

Wenn die Kernanlage sich als besonderer und von den Körnern und Körnchen abgeschlossener Körper in einem Theil der Zellen auch dadurch dokumentirt, dass sie so wie sie vorliegt in einen Kern umgewandelt wird, so ist damit doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass in anderen Zellen ihre Substanz sich noch zwischen die benachbarten Körner und Körnchen hinein erstreckt. Es wäre möglich, dass dies in der Ausdehnung der Fall ist, in welcher die sich verflüssigenden Körner und Körnchen eine Vergrösserung der Kernanlage bewirken, dass mithin eine solche Vergrösserung thatsächlich gar nicht existirte und nur die Kernanlage auch in der Ausdehnung deutlich vortritt, in welcher Körner und Körnchen in sie eingelagert waren und mit ihrer Verflüssigung die Substanz derselben verdichten. In gleicher Weise liesse sich annehmen, dass auch bei direkter Verschmelzung der Körner und Körnchen zur Kernmembran, diese Verschmelzung noch im Bereiche der Kernanlage stattgefunden habe. Es würde danach die Grösse des Kerns unter allen Umständen der der Kernanlage entsprechen, eine Grössenzunahme derselben überhaupt nicht stattfinden. Durch die direkte Beobachtung lässt sich diese Möglichkeit schon desshalb nicht zurückweisen, weil die ohnehin geringen Unterschiede im Brechungsvermögen zwischen Hyalo-

plasma und Kernanlage ganz verdeckt werden durch das helle Aussehen, welches die Spalten zwischen Körnern und Körnchen durch die abgebeugten Lichtstrahlen erhalten. Auch das Vorhandensein einer besonderen zarten Hülle der Kernanlage oder überhaupt einer feinkörnig-fädigen Differenzirung ihrer Peripherie würde die Möglichkeit, dass ihre Substanz noch zwischen Körner und Körnchen hineinreichen kann nicht ausschliessen, um so weweniger, da feine und kurze der Hülle oder überhaupt der Peripherie der Kernanlage zugehörige Fäden, sich häufig mit den Körnern und den Körnchen der unmittelbaren Umgebung verbinden. Besonders nahe gelegt wird die Vermuthung, dass die Kernanlage über ihre scheinbaren Grenzen hinausgreifen kann durch Körnchenzellen, in welchen ganze Fortsätze der Körnchenschicht, Körnchenreihen und Gruppen in die Kernanlage eingedrungen und in derselben ihre Körnchen und Fäden zum Theil schon verblasst sind. Die Kernanlage ist dann nicht einmal s c h e i n b a r ein abgeschlossenes Gebilde, sondern setzt sich ohne alle deutliche Abgrenzung in kleinere und grössere Lücken fort, welche die Körnchen in ihrer Umgebung frei lassen und nimmt andererseits in ihre Substanz Körnchen auf, welche sich von der Hauptmasse der Körnchenschicht abgelöst haben.

Dagegen geht aus dem Verhalten der Zellen gegen Säuren und gegen Alkohol hervor, dass die Kernanlage, wenn sie auch wie in Zellen von der ebenerwähnten Beschaffenheit, einer deutlichen Abgrenzung entbehrt, doch einen besonderen, von der Körner- und Körnchenschicht umschlossenen Körper darstellt, der sich nicht oder nur in geringer Ausdehnung in die Spalten zwischen den Körnern und Körnchen fortsetzt, welche letzteren, ob schon sie in chemischer Beziehung der Kernanlage sehr nahe stehen, doch in das Hyaloplasma eingebettet und Theile des Zellkörpers sind.

Nach Einwirkung von Essig- und Osmiumsäure erhalten die Kernanlagen wie die blassen Kerne eine dicht- und meist ziemlich feinkörnige oder körnig-kurzfädige Beschaffenheit genau in der Ausdehnung, in welcher dieselben sichtbar sind und es entstehen nie Kerne oder kernartige Gebilde, welche grösser sind als die Kernanlagen und blassen Kerne und einen Theil der veränderten Körner oder Körnchen einschliessen. Eine ganz ähnliche Beschaffenheit erhalten die Kernanlagen und blassen Kerne durch Einwirkung von Alkohol und bleiben hier von der veränderten Körner- und Körnchenschicht immer deutlich gesondert,

während nach Essigsäureeinwirkung die Körnchen, zu welchen die Anfangs verschmolzenen Körner sich differenziren, mitunter in der Umgebung des Kerns ebenso dicht gestellt sind wie in diesem selbst, so dass in diesem Fall die Anfangs sehr deutliche Trennung zwischen Kernanlage und verschmolzenen Körnern mit Eintreten der Granulirung der letzteren wieder schwindet.

Es entstehen ferner über die Grenze der Kernanlage hinausgreifende Kerne nur unter Verschmelzen von Körnern und Körnchen zur Membran oder nach ihrer vorgängigen Verflüssigung, es setzt demnach unter diesen Umständen die Bildung des Kerns immer eine bestimmte Beschaffenheit der Körner und Körnchen voraus, ist aber ganz unabhängig von der Beschaffenheit des Plasmas, in welches sie eingebettet sind.

Bei den Veränderungen der Körner und Körnchen sind 2 Vorgänge zu unterscheiden, ihre Verflüssigung und die Bildung neuer Formelemente aus ihrer verflüssigten Substanz. In vielen Zellen kommt es nur zur Verflüssigung, das verflüssigte Material vertheilt sich vollständig im Hyaloplasma und wird zum Theil bei den Abschnürungsvorgängen des letzteren mit entfernt. Die Verflüssigung selbst erfolgt nicht gleichmässig rasch und vollständig in allen Zellen, in manchen langsam und spät, in einzelnen auch während einer mehrstündigen Beobachtungsdauer gar nicht. Ein noch wechselnderes Verhalten zeigen die frei im Blut suspendirten Körner und die ähnlich beschaffenen Körner zwischen Sarkolemma und quergestreifter Substanz. Die ersteren schwinden zum Theil unter zunehmendem Verblassen, andere werden nur fein blass granulirt und ein Theil verändert sich gar nicht. Die Muskelkörner bleiben auch im Verlaufe eines Tags unverändert oder zerfallen zu feinkörniger Substanz. Auch gegenüber der Einwirkung von inducirten Strömen und von Anilinfarbstoffen zeigen die Körner unter sonst gleichen Bedingungen ein wechselndes Verhalten, das sich demnach nur auf Verschiedenheiten in ihrer chemischen Konstitution zurückführen lässt die keine auffallenden Veränderungen in ihrem Aussehen bedingen.

Die Aufnahme der verflüssigten Substanz der Körner und Körnchen in das Hyaloplasma wird zum Theil jedenfalls durch die Bewegungen des letzteren, zum Theil wahrscheinlich auch durch Bewegungen des Körner- und Körnchenplasmas [1]) selbst be-

[1]) Als Körner- und Körnchenplasma bezeichne ich die Flüssigkeit, welche durch Vermischung der sich verflüssigenden Körner und Körnchen mit den geringen Mengen Hyaloplasmas entsteht, in welches sie eingebettet sind.

wirkt. Da die Körner zu amöboiden, wenn auch verhältnissmässig langsam und nur selten rasch vor sich gehenden Bewegungen und Formveränderungen befähigt sind, lässt sich vermuthen, dass auch das Körnerplasma aktive, möglicherweise lebhafte Bewegungen auszuführen im Stande ist. Nach Aufnahme des Körner- und Körnchenplasmas bleibt das Hyaloplasma auch nach seiner Zusammenziehung homogen oder es erhält eine feine und gleichmässig dichte Granulirung, die wohl nur auf Wiederverdichtung der Substanz der Körner und Körnchen bezogen werden kann, da sie sich nie im Hyaloplasma von noch unveränderten Zellen findet.

Bei direktem Verschmelzen von Körnern und Körnchen zu Theilen der sich bildenden Hülle ist ihre Verflüssigung keine vollständige, auch schwinden die Körner und Körnchen nicht als solche, sondern bilden sich nur zu neuen, sich wieder konsolidirenden Formelementen um; bei ihrer indirekten Betheiligung an der Bildung des Kerns wird dagegen die Verflüssigung eine vollständige und es entwickeln sich dann erst nach einiger Zeit aus dem verflüssigten Material die Formelemente, welche zur Bildung der Hülle oder auch von Stromatheilen zusammentreten. Die gleiche Verflüssigung mit folgender Neubildung von Stromatheilen kann sich in Körnchenzellen auch innerhalb der Kernanlage entwickeln, wenn in dieselbe Fortsätze der Körnchenschicht eingedrungen waren. Ueber die Vorgänge bei der Wiederverdichtung der Substanz der Körner und Körnchen lassen sich ebensowenig bestimmte Anhaltepunkte gewinnen, wie über die Ursachen, welche ihre Verflüssigung herbeiführen.

Während der unter Betheiligung der Körner und Körnchen gebildete Kern grösser wird als die Kernanlage, aus welcher er sich entwickelt hat, wurde, wenn auch nur vereinzelt, sowohl spontan als nach Einwirkung inducirter Ströme die Bildung eines glänzenden Kerns beobachtet, der sich nicht aus der ganzen Kernanlage oder aus dem ganzen blassen Kern, sondern nur aus dem grössten Theil derselben entwickelt hatte, so dass nach Bildung der Membran ein Theil des Umfangs der ursprünglichen Kernanlage oder des blassen Kerns ausserhalb des neuen glänzenden Kerns lag. Es geht daraus, wie aus den Vorgängen bei der Kernbildung überhaupt hervor, dass die Substanz der Kernanlage nicht gleichmässig die Veränderungen erfährt, welche sie zur Bildung von Hüllen und Stromatheilen befähigen und dass unter Umständen diese Veränderungen sich in ihrer Peripherie nur un-

vollständig entwickelt haben, so dass sich die Hülle nicht wie sonst ausschliesslich im Bereiche derselben entwickelt.

Das Hyaloplasma lässt schon in noch unveränderten Zellen und ehe es noch zur Verflüssigung von Körnern und Körnchen gekommen ist, zwei Arten von Bewegungen wahrnehmen, die namentlich an manchen der innerhalb der Kiemengefässe befindlichen Zellen deutlich zu unterscheiden sind. Die Bewegungen und Formveränderungen der Zellen sind hier zeitweise sehr lebhaft, neben denselben aber treten im Hyaloplasma fliessende Bewegungen auf, die einen Einfluss auf die Form der Zelle überhaupt nicht ausüben und gar nicht zur Wahrnehmung kommen würden, wenn durch dieselben nicht einzelne Körner und Körnchen auf kürzere oder längere Strecken fortgezogen würden. Sehr häufig lässt sich das Vorhandensein oder der Eintritt derselben bei der Verflüssigung von Körnern und Körnchen beobachten. Während einzelne derselben sich verflüssigen und schwinden, werden andere benachbarte, oft auf beträchtliche Strecken in ziemlich geradliniger Richtung vom Umfang des Kerns bis zur Zellperipherie oder in den Anfangstheil der Ausläufer fortgezogen, ohne dass gleichzeitig Bewegungen und Formveränderungen der Zelle eintreten, welche das Abfliessen bewirkt haben könnten.

In Folge der Aufnahme des Körner- und Körnchenplasma nimmt das Hyaloplasma häufig so beträchtlich an Volumen zu und wird dabei so durchscheinend und schwach brechend, dass seine Kontouren in grosser Ausdehnung gar nicht mehr zu bestimmen sind. Seine Bewegungen werden, wenn die Verflüssigung der Körner und Körnchen rasch und gleichzeitig erfolgt, häufig lebhafter und führen zur raschen Bildung und Rückbildung von verschieden gestalteten und zum Theil sehr umfangreichen Fortsätzen, sowie zu rasch hintereinander wiederholten Verlängerungen und Verkürzungen von kegelförmigen Fortsätzen. Von den in lebhafter Bewegung begriffenen Fortsätzen schnüren sich häufig und wiederholt runde Portionen ab. Die Vergrösserung der Zellen bleibt ganz aus oder erfolgt langsam und ist von trägeren Bewegungen begleitet bei allmähliger Verflüssigung der Körner und Körnchen.

Die Zellen, welche eine beträchtliche Volumenszunahme erfahren haben verkleinern sich nachträglich gar nicht oder weniger betrachtlich und langsamer als andere und es scheint demnach mit der Volumenszunahme ihre Kontraktilität ganz erloschen oder wenigstens sehr herabgesetzt worden zu sein.

Da Zellen, die sich bereits wieder mehr oder weniger zusammengezogen haben, unter Umständen von Neuem hyaline, rundliche oder kolbige Fortsätze vertreten lassen, die sich wieder zurückbilden können, so lässt sich nicht wohl bezweifeln, dass die Lebensthätigkeit der Zellen nur herabgesetzt, aber nicht ganz erloschen ist. Wenn solche hyaline Fortsätze sich an Zellen entwickeln, die eine fein granulirte Beschaffenheit erlangt haben, so handelt es sich wahrscheinlich nicht um Ausscheidungsprodukte der veränderten und abgestorbenen Zellsubstanz da in diesem Fall der Eintritt der Rückbildung der ersteren unverständlich sein würde, sondern vielleicht um eine vorübergehende, von Wiederverflüssigung der feinen Körnchen innerhalb umschriebener Zellabschnitte begleitete Restitution der Bewegungsfähigkeit der Zelle.

Ausser den Körner- und Körnchenzellen, den blass granulirten Zellen mit beweglichem und veränderlichen Stroma ihrer blassen Kerne und Zellen die nur Fadennetze oder ein Reiserwerk derberer verästelter und anastomosirender Fäden und Fasern, aber weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten, finden sich im Blut noch kernhaltige, runde oder ovale Zellen ohne Körner und Körnchen mit einer in der Regel nicht sehr mächtigen und häufig nur ganz schmalen Schicht Hyaloplasma. Dass diese letzteren Zellen aus der Umbildung von Körner- und Körnchenzellen wie von blass granulirten Zellen hervorgegangen sind, geht daraus hervor, dass schon im eben angefertigten Präparat sich einzelne Zellen finden, in denen diese Umbildung mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, dass auch innerhalb der Kiemengefässe sich an einer beschränkten Anzahl von Zellen diese Umbildungen verfolgen lassen und dass innerhalb wie ausserhalb der Gefässe nach Verflüssigung der Körner und Körnchen, Zellen zurückbleiben, die im Wesentlichen den kernhaltigen runden oder ovalen, nicht amöboiden gleichen und von diesen sich meist nur durch die grössere Mächtigkeit des Hyaloplasmas und bei einem Theil auch durch die Granulirung desselben unterscheiden. Es ist wahrscheinlich, dass im lebenden Thiere das Hyaloplasma sich allmählig mehr und mehr verdichtet, und enger um den Kern zusammenzieht, ausserdem aber kann die Verkleinerung auch durch nachträgliche Abschnürung von kleinen Hyaloplasmaportionen bewirkt werden, wie sie mitunter auch solchen Zellen noch anhaften, deren Kerne nur von einer sehr schmalen Hyaloplasmaschicht umschlossen werden.

2) Veränderungen der Blutkörper nach Einwirkung inducirter Ströme.

Die nach Einleiten inducirter Wechselströme oder primärer Ströme eintretenden Veränderungen der Blutkörper sind in hohem Grade überraschend, theils wegen der Schnelligkeit, mit welcher sie sich sehr häufig entwickeln und ablaufen, theils weil sie in ganz entsprechender Weise wie nach ihrem spontanen Eintritt zu einer völligen Umbildung der Zelle, unter mehr oder weniger auffallenden Formveränderungen derselben führen.

Leitet man inducirte Wechselströme bei Benutzung eines Zinkkohlenelements und bei einem Rollenabstand von 50—60 Mm. durch einen Tropfen Blutflüssigkeit, so schmelzen in der grossen Mehrzahl der Zellen die Körner und Körnchen rasch ein, während das Hyaloplasma in lebhaft wogende Bewegungen versetzt wird; aus der homogenen oder blasse Körnchen und feine blasse Fäden enthaltenden Kernanlage entwickelt sich ein Kern mit glänzendem Stroma und derber Hülle und gleichzeitig erfährt die Form der Zelle sehr auffallende Veränderungen indem das Hyaloplasma erst sehr beträchtlich an Volumen zunimmt und sich später wieder um den Kern zusammenzieht und verdichtet. Die ganzen Vorgänge gleichen ihrer Art nach fast vollständig den spontan eintretenden, während diese aber zu ihrem Ablauf meist 10—25 Minuten in Anspruch nehmen, bildet sich häufig nach momentanem Einleiten inducirter Ströme oder schon nach einem einzigen Oeffnungsschlag innerhalb weniger Secunden die Zelle so vollständig um, dass man glauben würde ein ganz anderes Gebilde vor sich zu sehen, wenn man die Umbildung nicht direkt wahrgenommen hätte.

Bei raschem Ablauf der Veränderungen sieht man in den Körnerzellen die Körner sich durcheinander bewegen, sich über einen grösseren Raum ausbreiten und dann rasch und sämmtlich oder zum grössten Theil schwinden. Mitunter verflüssigt sich nur ein Theil der Körner, während die Hauptmasse zu einer wurstartig die Kernanlage umschliessenden kompakten Schicht verschmilzt, die sich dann ebenfalls verflüssigt. Beim Einschmelzen der Körner bleibt meist eine Anzahl Körnchen zurück, die in Form einer schmalen Zone den mittlerweile gebildeten Kern umgeben, nachträglich aber meist ebenfalls zerfliessen. Geht die Verflüssigung langsamer vor sich, so sieht man die auseinander gerückten Körner allmählig unter zunehmendem Verblassen oder

nach Entwickelung von Vakuolen schwinden, mitunter auch nach vorgängiger Bildung von Körnchen oder Netzen aus ihrer erweichten und nur zum Theil verflüssigten Substanz. Nach ihrem Verblassen verflüssigen sich die Körner einzeln oder sie verschmelzen sämmtlich oder zum Theil zu einer homogenen und ebenfalls schwindenden Scholle. Nur einmal schwand die letztere auch bei fortdauernder Einwirkung der Ströme nicht, sondern aus ihrer Substanz differenzirten sich einzelne Körner von beträchtlich geringerer Grösse als die ursprünglich vorhandenen und daneben einzelne mit ihnen zusammenhängende und ein unvollständiges Maschengerüst bildende Fäden. Der Vakuolisirung geht häufig das Auftreten kleiner Körnchen im Innern des Korns voraus und erst dann bildet sich eine einzige Vakuole oder ein Paar kleinere die dann untereinander verschmelzen. Darauf verkleinert sich das Korn ruckweise unter Grössenabnahme oder Schwinden der Vakuole und an seiner Stelle bleiben nur einige kleine, stark glänzende gelbliche Körnchen oder auch ein Paar feine und kurze fädige Gebilde zurück.

Abgesehen von der Schnelligkeit ihres Verlaufs unterscheiden sich demnach die auf inducirte Ströme an den Körnern eintretenden Veränderungen von den spontan sich entwickelnden nicht wesentlich und nur dadurch, dass häufiger als im letzteren Fall die Körner, ohne zunächst vakuolisirt zu werden, einzeln oder nach Bildung einer grösseren homogenen Scholle sich verflüssigen und dass ein allmähliger Schwund der Körner unter zunehmender Verkleinerung derselben und ohne vorgängige Differenzirung ihrer Substanz zu Körnchen nicht beobachtet wurde.

In den körnerhaltigen Klumpen von Hyaloplasma, welche weder einen Kern noch eine Kernlage einschliessen, im Uebrigen aber das Aussehen kleiner Zellen besitzen, verflüssigen sich auf Einleiten inducirter Ströme die Körner sämmtlich oder theilweise und es bleibt entweder ein homogenes und so durchscheinendes Hyaloplasma zurück, das seine Grenzen nur beim flottiren nach Druck auf das Deckgläschen erkannt werden können oder es wird das Hyaloplasma sehr feinkörnig und schliesst noch eine Anzahl etwas derberer, in lebhafter Molekularbewegung begriffene Körnchen ein. Von einem Kern oder von Gebilden die den Theilen eines derberen Kernstromas entsprächen, war dagegen keine Spur zu sehen. Die Vorgänge sind demnach auch hier an sich ganz dieselben wie in Körnerklumpen, welche der Einwirkung der Ströme nicht ausgesetzt worden sind, vollziehen sich aber im

Verlaufe weniger Sekunden, bei ihrem spontanen Eintritt dagegen innerhalb $\frac{1}{2}$—2 Stunden.

Frei im Blute suspendirte Körner veränderten sich auf inducirte Ströme nicht und ebenso blieben die blassen, homogenen kugelförmigen Gebilde unverändert, welche aus Quellung von Körnern oder aus verschmolzenen gequollenen Körnern hervorgegangen sind und ebenfalls entweder frei vorkommen oder noch zu einem Haufen innerhalb der Zellen zusammengeballt sind. Nur einzelne der frei herumschwimmenden Kugeln veränderten auf Einleiten der Ströme ihre Form etwas, ihr Kontour wurde uneben, körnig oder erhielt ein fein gezähneltes Aussehen, während in ihrem Innern sich ein Paar kleine Vakuolen entwickelten. Spontan eintretende Veränderungen der frei suspendirten Körner, wurden nur an einem Theil derselben und nur insoweit beobachtet, als sie im Verlaufe von 1—2 Stunden mitunter sehr fein granulirt werden, verblassen oder ganz schwinden, während andere sich auch im Verlaufe von 6 Stunden gar nicht veränderten. Ob in den nach Einleiten der Ströme unverändert gebliebenen Körnern nachträglich noch Veränderungen eintreten, muss dahingestellt bleiben.

Die Differenzirung eines Kerns mit glänzendem derben Stroma und Hülle aus dem Material der Kernanlage erfolgt gleichfalls häufig so rasch, dass sich über die Art und Weise, wie die Differenzirung zu Stande kommt, nichts ermitteln lässt. Der Kern entsteht dann wie mit einem Schlage, gleichviel ob die Kernanlage vorher eine homogene oder eine fein und blass körnigfädige Beschaffenheit gehabt hat, oder ob die Theile des derberen Stromas schon vorher, wenn auch undeutlich und blass sichtbar gewesen und nur glänzend geworden sind. Wenn man dagegen zuerst ganz schwache Ströme nur momentan und unter allmähliger Steigerung der Stromstärke wiederholt und so oft eintreten lässt bis auffällige Veränderungen in der Zelle eintreten, so laufen die letzteren zwar ebenfalls rasch, aber doch langsam genug ab um mit Sicherheit feststellen zu können, dass sie ihrer Art nach ganz den ohne Einwirkung der Ströme zu Stande kommenden entsprachen.

1) In einer Reihe von Fällen wandelt sich die Kernanlage in einen Kern um ohne sich zu vergrössern, ohne dass sich an Bildung des letzteren die Körner und Körnchen oder das aus ihrer Verflüssigung hervorgegangene Material betheiligen.

Die mit einem Theil ihres Umfangs frei aus der Zelle vorragenden oder während der Beobachtung durch Hyaloplasma-

bewegungen vorgepressten Kernanlagen erhalten ein Stroma und eine Hülle von ganz gleicher Beschaffenheit wie nach spontaner Differenzirung derselben und auch die Formveränderungen, welche die Kerne während und nach ihrer Bildung erfahren, gehen ganz in der gewöhnlichen Weise vor sich. Es gelingt ferner mitunter bei vorsichtiger Steigerung der Stromstärke die Umwandlung der Kernanlage in einen glänzenden Kern zu bewirken, ohne dass die Körner der Umgebung sich verändern, die dann erst einige Zeit nach Bildung des Kerns oder erst nach erneuter Einleitung der Ströme und Verstärkung derselben sich verflüssigen. Andere Male sind es erst nur einzelne Stromabälkchen oder die Hülle, welche vor Eintritt der Veränderungen der Körner entstehen und die völlige Entwickelung des Kerns erfolgt dann noch vor Verflüssigung der Körner oder erst während derselben. Nur in seltenen Fällen entstand ein Kern, ohne dass sich nachträglich und auch bei Anwendung starker Ströme die Körner veränderten. Ziemlich häufig lässt sich konstatiren, dass die Bildung der Kernhülle der des Stromas vorausgeht. Während ihrer Umwandlung erfährt die Kernanlage ziemlich häufig Verschiebungen, rückt in einen anderen Zellabschnitt, ausserdem kommt es zum Vortreten und Wiederverstreichen zackiger Fortsätze und bauchiger Verwölbungen bis mit und bei Bildung des Stroma und der Hülle die Unregelmässigkeiten der Configuration ausgeglichen werden und der Kern mit seiner Zusammenziehung eine regelmässig runde oder ovale Form annimmt oder aus der anfänglich ovalen in die runde übergeht.

2) Sehr häufig vergrössert sich dagegen die Kernlage auf Kosten des aus verflüssigten Körnern hervorgegangenen Materials ehe es zur Bildung des Kerns kommt; der letztere übertrifft die ursprüngliche Kernanlage mehr oder weniger beträchtlich an Grösse, je nachdem blos die Hülle oder auch periphere Stromatheile aus dem mit der Kernanlage verschmolzenen Körnerplasma gebildet worden sind. Es kommt aber auch, ebenfalls wie bei spontanem Eintritt dieser Vorgänge, dadurch zur Bildung der Kernhülle, dass die Körner, welche die Kernanlage unmittelbar umschliessen, sich nicht erst verflüssigen und mit ihrem Material zunächst die Kernanlage vergrössern, sondern direkt miteinander zur Bildung der Kernhülle verschmelzen. Wird, wie gewöhnlich, die Kernanlage von einer mehrfachen Körnerschicht umschlossen, so geht die Verschmelzung der Körner der innersten Schicht zur Membran der Verflüssigung der übrigen Körner voraus.

Das Verhalten des Hyaloplasmas ist ein ziemlich wechselndes. Bei langsamer, aber auch bei rascher Verflüssigung der Körner kommt es nicht selten vor, dass sich die Zelle sofort oder erst nach einiger Zeit unter Einziehen ihrer Fortsätze abrundet und dann noch dichter um den mittlerweile gebildeten Kern susammenzieht, so dass sie ganz den schon im frischen Präparat und in den Gefässen enthaltenen kernhaltigen runden oder ovalen Zellen gleicht oder sich von denselben nur durch die Einlagerung von noch nicht verflüssigten Körnchen unterscheidet. Bewegungen der Zelle bleiben dann vollständig aus. In anderen Fällen vergrössert sich dagegen die Zelle nach anfänglichem Einziehen ihrer Fortsätze oder auch ohne dasselbe im Bereiche eines grösseren oder geringeren Theils ihres Umfangs mehr oder weniger beträchtlich und zwar entweder stetig und allmählig, ohne alle auffälligen Bewegungen oder nachdem wogende Bewegungen, die Bildung und Rückbildung von umfangreicheren Buckeln und Wülsten und die Abschnürung runder Plasmapartien vorausgegangen sind. Dabei wird das Hyaloplasma so schwach brechend und durchscheinend, dass es leicht ganz übersehen und man zu der Annahme verleitet wird, dass es nur eine verhältnissmässig schmale, nicht deutlich abgegrenzte Schicht um den Kern bilde, welche die bei der Verflüssigung der Körner übrig gebliebenen Körnchen einschliesst. Es gelingt dann nicht immer oder nur unvollständig die äusserst zarten, glatten oder ausgefranzten Zellkontouren wahrzunehmen.

Die bei der Verflüssigung der Körner gebildeten Fortsätze gerathen mitunter in Bewegungen, die einen anderen Charakter tragen als die nach spontanem Eintritt der Veränderungen beobachteten und durch ihre Lebhaftigkeit in hohem Grade überraschen. Keulen- und kegelförmige Fortsätze verkürzen und verlängern sich wiederholt, bald in rascher Folge, bald langsam und runden sich schliesslich zu einer gestielten Kugel ab, die in lebhafte oscillatorische Bewegungen geräth, indem verschiedene Abschnitte ihres Umfangs sich rasch vorwölben und wieder abflachen, Bewegungsformen, wie sie in ganz ähnlicher Weise an Plasmakugeln in den Zellen der Tentakel von Drosera r., in den Zellen der Staubfädenhaare von Tradescantia v. und in den Brennhaaren von Urtica von mir wahrgenommen wurden. Während der in sehr rascher Folge alternirenden Verlängerungen und Verkürzungen kegel- und zapfenförmiger Fortsätze schnüren sich von denselben häufig wiederholt blasse, hyaline Kugeln ab. Nachdem die Be-

wegungen der Fortsätze kürzere oder längere Zeit, bis 5 Minuten nach Unterbrechung der Ströme, gedauert haben, Form und Grösse der gebildeten Fortsätze sich mehr oder weniger auffallend geändert hat, verschmelzen dieselben untereinander, ihre Kontouren runden sich im ganzen Umfang der Zelle oder längs eines Theils desselben ab, und die Zellen haben dann ein ganz ähnliches Aussehen und unterliegen den gleichen weiteren Veränderungen wie die Zellen, bei welchen das Hyaloplasma von Anfang an mehr gleichmässig an Volumen zugenommen hatte. Mitunter schon nach einigen Minuten, andere Male erst im Verlaufe von $^1|_4$—$^1|_2$ Stunde zieht sich das Hyaloplasma wieder etwas zusammen und die Peripherie der Zelle verdichtet sich zu einer in Form eines mehr oder weniger deutlichen fädigen Saumes eintretenden Hülle. Da das Hyaloplasma ausserordentlich durchscheinend ist, kann man leicht den optischen Durchschnitt der Hülle für einen wirklichen Faden halten, der in Form eines Bogens mit grosser Spannweite oder arkadenförmig die Zelle umspannt, wenn im letzteren Fall seine Einziehungen bis zur unmittelbaren Umgebung des Kerns reichen. Dass dies nicht der Fall zeigen schon die von den Polen her mit zunehmender Gerinnung vorrückenden Massen feinkörnigen Eiweisses[1]), die sich immer an dem Zellsaum stauen und den Raum zwischen ihm und dem Kern freilassen. Ausserdem bleibt das Hyaloplasma nicht immer homogen, sondern erlangt mitunter eine fein granulirte Beschaffenheit. Auf erneutes Einleiten der Ströme verdickt sich mitunter die Hülle noch etwas und das Hyaloplasma zieht sich noch dichter um den Kern zusammen.

Die Körnchenzellen zeigen rücksichtlich ihres Verhaltens gegenüber inducirten Strömen dieselben Verschiedenheiten wie die Körnerzellen, indem sie bald schon auf momentanes Einleiten schwacher Wechselströme wie auf einen oder auf ein Paar Oeffnungsschläge sehr lebhaft reagiren, bald erst auf einmaliges oder

---

1) Die körnig-fädige Substanz desselben ist mitunter in eigenthümlicher Weise angeordnet. Feine körnige Fäden strahlen von den Elektroden, von einzelnen Kernen und Zellen oder von zufällig eingelagerten fremden Körpern bald radienartig nach allen Seiten hin aus, bald bilden sie Faserbündel, die zu 1—4 von je einem Kern oder einer Zelle ausgehen und benachbarte Kerne und Zellen in ähnlicher Weise verbinden wie Eisenfeilspäne die Pole eines Magneten. Die einzelnen Strahlen eines Bündels verlaufen bald ziemlich parallel, bald Anfangs oder bleibend divergirend und setzen sich aus einzelnen kürzeren und längeren Fadenstücken zusammen.

wiederholtes Einleiten stärkerer Ströme, und ebenso entsprechen die Veränderungen und Umbildungen, welche die Zellen erfahren, ganz denen der Körnerzellen und zeigen einige Besonderheiten nur in Bezug auf die Betheiligung der Körnchenzone an der Bildung des Kerns.

In einer Anzahl Zellen hält, ebenso wie in einem Theil der Körnerzellen, der Kern bei seiner Bildung aus der Kernanlage die Grenzen der letzteren ein; besitzt die Kernanlage eine blasse, feinkörnig-fädige Hülle, so tritt die glänzende, derbere Hülle genau an der Stelle der letzteren vor. Sehr häufig betheiligt sich aber an Bildung der Kernhülle oder auch an Bildung peripherer Stromatheile die die Kernanlage umgebende Körnchen- oder Netzschicht, so dass die Grösse des Kerns die der Kernanlage übertrifft; dabei werden aber nicht nur die die Kernanlage unmittelbar umschliessenden Körnchen, sondern häufig ein grösserer Theil der Körnchenschicht, unter Umständen dieselbe ganz zur Kernbildung verbraucht.

Wenn sich der Kern rasch bildet, lässt sich nur konstatiren, dass schmale Körnchenschichten meist ganz, mächtigere meist nur theilweise mit der Kernanlage verschmelzen und dass unmittelbar darauf sich ein Kern mit glänzender Hülle und Stroma entwickelt. Die übrig gebliebenen Körnchen bilden eine Einfassung des Kerns oder fliessen nach der Zellperipherie ab, verflüssigen sich aber häufig noch nachträglich.

Wenn dagegen der Kern sich nicht unmittelbar nach Einleiten der Ströme entwickelt, gehen seiner Bildung häufig ein Wechsel in der Anordnung und Vertheilung der Körnchen sowie Formveränderungen und Verschiebungen der Kernanlage, also Vorgänge voraus, wie sie in ganz analoger Weise auch an den Körnerzellen beobachtet werden. Die Körnchen gruppiren sich truppweise dichter zusammen, lassen Lücken zwischen sich frei, trennen sich dann wieder und bilden netzförmig geordnete Reihen oder verschmelzen zu feinen und engmaschigen Fadennetzen, die sich dann wieder zu einzelnen Körnchen differenziren. Mitunter wird auch ein Theil der Körnchen merklich feiner, während andere sich auffällig verdicken. Ausser Formveränderungen, einseitigen Ausbuchtungen und Verschiebungen der Kernanlage wurde einmal auch eine fliessende Bewegung ihrer anscheinend zähflüssigen Substanz beobachtet, indem nach Einleiten der Ströme die letztere sich langsam über den einen Pol hinauswälzte und dann erst während der Verflüssigung der umgebenden Körnchen der Kern sich entwickelte.

Nachdem die Art der Gruppirung und Vertheilung der Körnchen kürzere oder längere Zeit gewechselt, verschmelzen dieselben, wenn sie nur eine schmale Zone um die Kernanlage bildeten, direkt oder nach vorgängigem Verblassen zur Hülle des sich bildenden Kerns, die Anfangs häufig noch ein granulirtes Aussehen darbietet und dann glatt und glänzend wird. Das Verblassen der Körnchen und die Bildung der Hülle erfolgen dabei nicht immer gleichzeitig im ganzen Umfang der Kernanlage, sondern im Bereich eines Theils desselben früher als im anderen und ausserdem wird die Hülle nicht immer unmittelbar nach ihrer Bildung glänzend, sondern oft erst einige Zeit später. Gleichzeitig mit der Hülle oder erst später entwickelt sich das Kernstroma, das ebenfalls mitunter einige Zeit nur blass und mit verschwommenen Kontouren vortritt und dann allmählig oder plötzlich ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren erhält. Verzögert sich die Umbildung des blassen in einen glänzenden Kern, so genügt meist das momentane Einleiten der Ströme, um sie hervorzurufen. Dickere Körnchenschichten können ganz oder theilweise zur Vergrösserung der Kernanlage und zur Bildung des Kerns verbraucht werden, indem die Körnchen theils verblassen und in der sich vergrössernden Kernanlage verschwinden, theils untereinander zur Bildung der Hülle verschmelzen. In der Regel bildet sich die letztere erst nachdem schon ein Theil der Körnchenschicht zur Vergrösserung der Kernanlage verwendet worden ist, mitunter aber entsteht eine Hülle aus der äusseren Zone der Körnchenschicht und erst nachträglich verblassen und schwinden die von der Hülle umschlossenen und durch sie vom Hyaloplasma abgeschlossenen Körnchen. Nach Bildung der Hülle und nach Verblassen oder gänzlichem Schwinden der von ihr umschlossenen Körnchen entwickelt sich dann das Kernstroma, das auch hier wie die Hülle bald erst als ein blasses vortritt, allmählig oder rasch glänzend wird oder gleich bei seiner Bildung eine glänzende Beschaffenheit annimmt. Die nach Bildung des Kerns übrig gebliebenen Körnchen verflüssigen sich theils in der Umgebung des Kerns, theils werden sie durch Strömungen innerhalb des Hyaloplasmas nach der Peripherie der Zelle fortgezogen, wo sie sich meist nachträglich verflüssigen.

Die Kernmembran besteht Anfangs häufig aus einer grösseren Anzahl fädiger oder stäbchenförmiger Bruchstücke, die während der Verkleinerung des Kerns mitunter Bewegungen, Ein- und Ausbiegungen an einzelnen ihrer Abschnitte erkennen lassen, dann

aber zum Theil miteinander verschmelzen. Ebenso erlangen körnige Abschnitte häufig ein glattes Aussehen und gleichzeitig werden Unregelmässigkeiten der Membran, zackige oder eckige Vorsprünge derselben ausgeglichen.

Wie bei spontaner Bildung des Kerns liess sich auch hier durch Messungen der Kernanlage vor Verflüssigung der Körnchen und durch Messungen des Kerns unmittelbar nach seiner Bildung nachweisen, dass der letztere in einem Theil der Zellen grösser ist als die vorhandene Kernanlage. Die Ziffern der ersten Stelle bezeichnen wieder die Grösse der Durchmesser der Kernanlage, die Ziffern der zweiten die Durchmesser des Kerns unmittelbar nach seiner Bildung. In den drei ersten Reihen waren bald nach Bildung des Kerns weitere Veränderungen seiner Durchmesser wahrnehmbar, deren Werthe an der dritten Stelle angegeben sind.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Längendurchmesser	12 10 10	10 14 12	9 12 12	13 12	9 12	10 11	12 12	10 10
Breitendurchmesser	6 8 10	7 10 10	7 10 9	7 10	8 9	7 9	9 9	7 10
der Kernanlage und des Kerns								

Die hier verzeichneten Differenzen in den Durchmessern der Kernanlagen und Kerne zeigen, obschon sie keineswegs zu den auffallenderen gehören, dass, wie in den Körnerzellen, Form und Grösse der Kerne ziemlich erheblich von denen der zugehörigen Kernanlagen abweichen können. Nur in 7 hatte der Kern die Form und Grösse der Kernanlage behalten, in 1 und 4 hat der eine Durchmesser an Grösse zu, der andere abgenommen, in 8 hat der Breitendurchmesser zugenommen, der Längsdurchmesser sich aber nicht verkürzt, während in 2, 3, 5 u. 6 beide Durchmesser des Kerns die der entsprechenden Kernanlage an Grösse übertreffen. In 1, 2 u. 3 hatte der Kern unmittelbar nach seiner Bildung sich noch weiter verändert und die abermalige Messung ergab in 1 eine weitere Zunahme, in 3 eine Abnahme des Breitendurchmessers, während in 2 der Längendurchmesser sich wieder etwas verkürzt hatte.

Einzelne Kernanlagen wurden gar nicht in ihrem ganzen Umfang zur Bildung des Kerns verwendet, sondern bei Bildung seiner Hülle ein Theil ihres Umfangs abgetrennt; innerhalb der abgetrennten Partien wurde die Bildung derberer, den Stromatheilen des Kerns ähnlicher Formelemente nicht beobachtet, es schien vielmehr, dass die Substanz der ersteren sich in dem umgebenden

Hyaloplasma vertheilt hat. Der Kern ist demnach bei seiner Bildung weder ausschliesslich auf die ursprüngliche Kernanlage angewiesen, noch braucht die letztere in seiner Bildung ganz aufzugehen.

Während und nach dem Einschmelzen der Körnchen vergrössert sich die Zelle mehr oder weniger beträchtlich, mit oder ohne Bildung von in lebhafter Bewegung begriffenen Fortsätzen und das Hyaloplasma wird so zart und durchscheinend, dass es nicht oder kaum noch zu begrenzen ist, zieht sich aber früher oder später wieder zusammen, erhält häufig eine Hülle und ganz oder theilweise eine feinkörnig-fädige Beschaffenheit. Das Verhalten der Zellen entspricht somit bezüglich des Hyaloplasmas vollkommen dem der Körnerzellen. Nur in seltenen Fällen bildete sich ein Kern ehe die Körnchen angefangen sich zu verflüssigen und ehe lebhaftere Bewegungen des Hyaloplasmas sich eingestellt hatten. Erneutes Einleiten der Ströme rief dann rasch die von lebhaften Bewegungen des Hyaloplasmas begleitete Verflüssigung der Körnchen hervor.

Die Veränderungen, welche unter dem Einfluss der Ströme die Körnchenzellen erfahren, sind in Fig. 22, 24, 25 und 28, die Veränderungen der Körnerzellen in Fig. 29 und 30 wiedergegeben.

Die in Fig. 22*a* und 24*a* die Kernanlage theilweise oder ganz umschliessenden Netze sind im Verlaufe von ein Paar Sekunden nach Einleiten der Ströme geschwunden und an ihrer Stelle ist in 22*b* eine ringförmige schmale Körnchenschicht, in 24*b* ein durch Bewegungen des Hyaloplasma unregelmässig ausgezogener Körnchenhaufe zurückgeblieben, während sich gleichzeitig ein glänzender Kern gebildet und nach seiner Bildung etwas verkleinert hat. Die blass und feinkörnig-fädige Struktur der Kernanlage ist mit Bildung des Kernstromas ganz geschwunden. Das Hyaloplasma hat sich in beiden Zellen so ausgedehnt und ist so durchscheinend geworden, dass seine Grenzen nicht mehr zu bestimmen sind. (Der Zellkontour in Fig. 22 *b* ist auf der Lithographie zu scharf ausgefallen).

In Fig. 25 hat sich aus der Kernanlage und einem Theil der Körnchenschicht ein die erstere an Grösse beträchtlich übertreffender Kern mit derbem Stroma und derber Hülle entwickelt, welcher längs seines rechtseitigen Umfangs noch eine Einfassung von Körnchen besitzt. Die Grenzen des Hyaloplasma sind in Folge seiner Volumenzunahme theilweise nicht mehr zu bestimmen.

Fig. 28*a*—*d*. Die den oberen Umfang der Kernanlage in *a* umrahmenden Körnchen verändern nach Einwirkung sehr schwacher Ströme erst ihre Anordnung, gruppiren sich dichter zusammen, sondern sich dann wieder zu zusammenhängenden, kleinen Lücken einschliessenden Zügen (*b*) und verblassen und verschwinden schliesslich bis auf eine schmale Zone (*c*). Auf erneutes Einleiten der Ströme entsteht unter Einschmelzen des Restes der Körnchen und unter Grössenzunahme und Formveränderungen der Zelle rasch ein glänzender grosser Kern (*d*).

In Fig. 29 sind im Bereiche der den Kern theilweise umschliessenden und beim Einschmelzen der Körner übrig gebliebenen Körnchen die Grenzen des ganz durchscheinend gewordenen Hyaloplasmas im grössten Theil des Zellumfangs nicht mehr zu bestimmen. Längs des linkseitigen Kernumfangs prominiren 3 keulenförmige Hyaloplasmafortsätze, die unmittelbar nach Bildung des Kerns vorgetrieben wurden, sich erst in überaus rascher Folge, nach Art klonischer Zuckungen, verlängerten und wieder verkürzten, dann dauernd kürzer und dicker wurden, um schliesslich mit einander zu verschmelzen.

Fig. 30. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle. Die Mehrzahl der Körner hat sich unter Hinterlassung glänzender, um den neugebildeten Kern angehäufter Körnchen verflüssigt, andere sind unverändert im Hyaloplasma zurückgeblieben. Unmittelbar nach Bildung des Kerns und nach Unterbrechung der Ströme wurden die beiden langen stielförmigen Fortsätze vorgetrieben, die sich wie die entsprechenden Fortsätze der Zelle Fig. 29 ausserordentlich rasch verlängerten und wieder verkürzten, in klonische Zuckungen geriethen, während sich gleichzeitig von ihren Enden eine Anzahl blasser Kugeln abschnürten.

Wie manche Körner- und Körnchenzellen in durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparaten auch im Verlaufe mehrerer Stunden sich nicht verändern, so bleiben auch nach einmaliger oder wiederholter und selbst nach minutenlanger Einwirkung der Ströme einzelne Zellen unverändert zurück, die aber zum Theil sich noch später umbilden, wenn nach einer Pause von circa $^1|_2$ Stunde von Neuem die Ströme eingeleitet werden. Im Aussehen unterscheiden sich die Zellen, welche unter dem Einfluss der Ströme umgebildet werden, in nichts von denen, bei welchen dies nicht der Fall ist, und man sieht mitunter, dass von 2 unmittelbar nebeneinanderliegenden, gleich beschaffenen Zellen die eine sich rasch umbildet, die andere langsam oder später oder gar nicht.

Ausnahmsweise kam es vor, dass keine der Zellen in mehreren demselben Krebs entnommenen Blutpräparaten reagirte. Einmal verloren die Zellen ihre Empfindlichkeit, nachdem die Temperatur des Raumes, in welchem die Krebse aufbewahrt wurden, bis auf wenige Grade über den Gefrierpunkt gesunken war; als dann das Gefäss mit den Krebsen in ein geheiztes Zimmer gebracht worden war, erreichte die Empfindlichkeit der Zellen im Verlaufe von 48 Stunden wieder ihren früheren Grad, so dass es schien, als wenn dieselbe durch die vorausgegangene Temperaturerniedrigung herabgesetzt gewesen sei. Indessen zeigte sich, dass auch bei mittlerer Zimmertemperatur und ebenso während heisser Sommertage die grosse Mehrzahl der Zellen auf den Einfluss der Ströme nicht reagirte, es müssen also, da eine zufällige Unterbrechung der Leitung nicht stattfand, jedenfalls andere, von der Temperatur ganz unabhängige Ursachen vorhanden sein, welche im Stande sind die Zellen unempfindlich zu machen.

Manche Zellen zeigen auch nach $^1|_2$—1 Minute lang fortgesetzter Einwirkung starker Ströme nur geringe oder von den gewöhnlichen etwas abweichende Veränderungen. Einzelne Zellen runden sich nach Einziehen ihrer Fortsätze ab und erhalten eine Hülle, aber Körner, Körnchen und Kernanlage bleiben ganz unverändert, während in anderen Zellen die Körner und mitunter auch die Kernanlage eine gleichmässig dicht körnige Beschaffenheit erlangen, so dass dann die Kernanlage und die körnigen Körner sich nicht mehr deutlich von einander sondern lassen.

An Blutpräparaten, die durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützt sind, lassen sich an einem Theil der durch die Ströme umgewandelten Zellen noch weitere Veränderungen wahrnehmen. Manche Zellen verändern sich selbst im Verlaufe von 6 Stunden nicht weiter, ihr Hyaloplasma behält seine Ausdehnung, seine abgerundeten oder ausgefranzten Kontouren und die letzteren werden auch an den Stellen nicht deutlich, wo sie nicht abgegrenzt werden konnten. Andere Zellen dagegen verkleinern sich, ihre Kontouren werden da wahrnehmbar, wo sie fehlten, und es kann sich theilweise oder im ganzen Umfang der Zelle eine bald zartere, bald derbere Hülle bilden, während das Hyaloplasma eine deutlich körnige oder eine sehr fein granulirte Beschaffenheit annimmt. Die Verkleinerung der Zellen nimmt im Verlaufe einer oder mehrerer Stunden zu, sie erhalten ein dunkleres, trüberes Aussehen, indem die Körnchen des Hyaloplasma dichter zusammenrücken und gleichzeitig kommt es zu einer Verkleinerung

des Kerns, seine Stromatheile rücken dichter zusammen, werden undeutlicher und er kann schliesslich eine ganz homogene Beschaffenheit erlangen.

Wie die nach Einwirkung inducirter Ströme zunächst eintretenden Umbildungen der Zellen, so gleichen mithin auch die nachträglichen Veränderungen derselben ganz denen, welche nach spotanem Eintritt der Umbildung beobachtet werden; sie gleichen denselben auch insofern, als nach bereits erfolgter Verkleinerung und deutlicheren Kontourirung der Zellen sich mitunter plötzlich blasse, hyaline, bucklige oder lappige Fortsätze an einer oder an ein Paar Stellen entwickeln, die sich im Verlaufe einer Stunde beträchtlich vergrössern und früher oder später wieder zurückbilden können. Die Zusammenziehung der Zellen kann deshalb auch nur als eine Lebensäusserung derselben und nicht als eine durch ihren Tod bedingte Erstarrung und Schrumpfung des Hyaloplasma angesehen werden. Ob solche Zellen überhaupt im Stande sind weiter zu leben, lässt sich natürlich nicht entscheiden, da sie nicht in normale Lebensbedingungen zurückversetzt werden können.

In Fig. 31 hatte sich das Hyaloplasma zu einer sehr schmalen Schicht um den Kern zusammengezogen. Nachdem die Zelle sich während $4^1{}_2$ Stunden gar nicht verändert hatte, brachen plötzlich aus dem Hyaloplasma zwei blasse buckelförmige Wülste vor, deren Grenze durch die unterbrochene Linie angedeutet wird. Dieselben veränderten sich nicht weiter.

In Fig. 32 sind die Grenzen des ziemlich dichtkörnigen, den Kern nicht vollständig umschliessenden Zellkörpers im oberen Umfang desselben nicht festzustellen. Am rechtseitigen Umfang der Zelle trat bald nach Bildung des Kerns ein blasser homogener halbkugelicher Fortsatz hervor, der sich im Verlaufe einer Stunde beträchtlich vergrösserte und bis zur äussersten der unterbrochenen Linien ausbreitete. Im Verlaufe von 2 weiteren Stunden zog sich der Fortsatz erst bis auf die mittlere und schliesslich bis auf die innere, die körnige Substanz unmittelbar begrenzende unterbrochene Linie zurück.

In Fig. 33*a*, einer umgebildeten Körnerzelle mit ein Paar zackigen Fortsätzen, wölbte sich bald nach Bildung des Kerns ein blasser, halbkugelicher Wulst vom rechtseitigen Zellumfang vor, der sich im Verlaufe einer Stunde zu einem sehr voluminösen Anhang der Zelle entwickelt und dann rasch bis auf die unterbrochene Linie wieder zusammenzieht. Im Verlaufe von 4 weiteren Stunden verkleinert sich die Zelle sehr beträchtlich und bietet das in *b*

wiedergegebene Aussehen dar. Der Kern ist fast ganz homogen geworden und lässt nur ein centrales Korn unterscheiden. Die Körnchen in seiner Umgebung sind gleichmässiger dicht gestellt und zum Theil derber geworden.

Bei Anwendung primärer Ströme treten die Veränderungen der Zellen ebenfalls in der Regel rasch ein und laufen in wenigen Sekunden und in der gleichen Weise ab wie nach Anwendung der sekundären Ströme, nur wurde der Eintritt der lebhaften oscillatorischen Bewegungen einzelner Fortsätze nicht beobachtet und die Volumenzunahme der Zelle wurde, wenn sie überhaupt eintrat, nicht sehr beträchtlich.

Die Zusammenziehung des Hyaloplasma führt häufiger und rascher als nach Einwirkung sekundärer Ströme zur Bildung kernhaltiger, relativ kleiner Rundzellen. In einem Theil der Zellen kommt es mitunter schon bald nach Abrundung derselben zur Wiederbildung grösserer oder kleinerer Fortsätze, die sich im Laufe $^1/_4$ Stunde langsam vergrössern, ihre Form ändern und zum Theil auch wieder zurückbilden. Der Kern verdichtet und verkleinert sich nach seiner Bildung wie nach Einleiten von sekundären Strömen.

Zur Prüfung des Verhaltens der Zellen gegen den konstanten Strom wurden 2 grosse (Zink-Kohlen) Flaschenelemente benutzt. Auch bei öfterer Wiederholung der meist unter Anwendung unpolarisirbarer Elektroden angestellten Versuche traten keine Veränderungen an den Zellen ein, die auf eine Stromwirkung hätten bezogen werden können. Die Umbildungen derselben liefen in der gleichen Weise wie sonst, bald rascher, bald langsamer ab und auf dieselben blieb das wiederholte Oeffnen und Schliessen des Stroms ohne allen Einfluss. Auch bei Anwendung von 8 Daniell'schen Elementen traten auffällige Veränderungen der Zellen nicht ein. Dass aber konstante Ströme überhaupt im Stande sind analoge Strukturveränderungen wie die inducirten Ströme zu bewirken, ergab sich bei Durchleiten der ersteren durch Schnitte von der Oberfläche eines Blatts von Sanseviera carnea. Die blassen Kerne der Epidermiszellen und der Parenchymzellen des Mesophylls wandelten sich in ein Paar Minuten in Kerne mit einem derberen, dunkleren Stroma um. Die Umwandlung erfolgte aber viel langsamer und war weniger vollständig als auf Anwendung inducirter Ströme.

Wie die in den Kiemengefässen befindlichen Zellen sich spontan nur in geringer Zahl und verhältnissmässig langsam ver-

ändern, so zeigen sich dieselben auch viel unempfindlicher gegen die Einwirkung inducirter Ströme als die Zellen im entleerten Blut. Während in dem letzteren die Zellen in der Regel sich fast sämmtlich auf Einleiten der Ströme und rasch umbildeten, war es innerhalb der Kiemengefässe derselben Krebse nur eine beschränkte Anzahl von Zellen, die sich veränderten, während die übrigen auch nach minutenlangem Durchleiten der Ströme unverändert blieben. In den Körnerzellen ging die Verflüssigung der Körner ganz wie bei spontanem Eintritt der Veränderungen innerhalb der Kiemengefässe, meist ohne Vakuolenbildung vor sich; die Körner schmelzen rasch ein oder zerfallen zunächst zu Körnchen, die sich nachträglich ganz oder theilweise noch verflüssigen. Häufig verschmelzen auch hier die Körner vor ihrer Verflüssigung zu derberen Gebilden. Auch unter den Körnchenzellen sind es nur einzelne, deren Körnchen sich verflüssigen und in denen sich wie in den Körnerzellen nach Einleiten der Ströme ein Kern bildet. Auffallend war, dass wiederholt bei Anwendung primärer Ströme Körner- und Körnchenzellen rasch reagirten, die sich auf bis 2 Minuten lang fortgesetztes Einleiten starker sekundärer Ströme gar nicht verändert hatten; ausserdem trat der Schwund der Körner dann nicht blos unter Körnigwerden derselben, sondern auch unter Vakuolenbildung ein.

Die innerhalb der Blutbahnen aus Umbildung der Körner- und Körnchenzellen hervorgegangenen kernhaltigen runden oder ovalen Zellen, deren Hyaloplasma keine oder nur noch wenige Körnchen enthält und die amöboide Bewegungen nicht ausführen, verkleinern sich etwas auf Einwirkung der Ströme, indem das Hyaloplasma sich dichter, bald mehr, bald weniger auffallend, um den Kern zusammenzieht.

Werden die oben erwähnten, vereinzelt im Blute vorkommenden Zellen ohne Kern und ohne Kernanlage, die ganz aus Körnchen, reiserartig verzweigten und zum Theil anastomosirenden blassen Fäden oder aus blassen engmaschigen Netzen und einer schwächer brechenden Grundsubstanz bestehen, der Einwirkung der Ströme ausgesetzt, so entsteht sofort unter Schwinden der blossen Zeichnung ein Kern mit glänzendem Stroma und glänzender derber Hülle, der von einer bald ganz homogenen, bald körnig-fädigen, abgerundeten oder mit zackigen, kolbigen oder lappigen Fortsätzen versehenen Plasmaschicht umgeben wird. Auch hier schwinden mit Einleiten der Ströme zunächst die vorhandenen Formelemente, Kernstroma und Hülle enthalten nicht

nur beträchtlich derbere und stärker glänzende, sondern auch ganz anders vertheilte Formelemente als vorher vorhanden waren und wenn auch die ausserhalb des Kerns befindlichen Körnchen und Fäden zum Theil die gleiche Feinheit wie die vorher vorhandenen besitzen, so sind sie doch ebenfalls in anderer Weise vertheilt und treten meist schärfer hervor als die letzteren.

Es handelt sich also, auch abgesehen von der anderen Vertheilung, nicht blos um eine Verflüssigung der vorhandenen Stromatheile und Neubildung von solchen aus dem verflüssigten Material, sondern die neugebildeten Theile zeigen auch eine andere physikalische Beschaffenheit, stärkeren Glanz und schärfere Kontouren und haben sehr wahrscheinlich gleichzeitig auch geringe Aenderungen ihrer chemischen Konstitution erfahren. Der ganze Vorgang ist dem bei Umwandlung einer körnig-fädigen Kernanlage in einen glänzenden Kern zwar sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von demselben doch sehr wesentlich dadurch, dass hier eine Kernanlage ganz fehlt und dass innerhalb eines die ganze Zelle durchsetzenden kontinuirlichen fädigen blassen Gerüsts ein glänzender Kern entsteht, während in den peripheren Zellabschnitten nach Verflüssigung der fädigen Theile das Plasma homogen bleibt oder aus demselben sich wieder Körnchen und Fäden ausscheiden, die bald gleichmässig vertheilt, bald vorwiegend in der Umgebung des Kerns angehäuft sind. Es unterscheiden sich somit die in diesen Zellen nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen wesentlich von den sich spontan entwickelnden, die nur in einer Umbildung vorhandener Theile, in dem derber und glänzenderwerden von Fadenreisern, in Abschnürungsvorgängen und in Aenderungen der Form und Weite der Maschen bestanden, die zwar auch in den mittleren Zellabschnitten vor sich gingen, aber nicht zur Neubildung eines Kerns führten. Bei ihrem überhaupt sehr seltenen Vorkommen konnte das Verhalten der Zellen bei Einwirkung von Essigsäure nicht festgestellt werden.

In Fig. 23, 26 und 27 sind Zellen mit gleichmässig fädigem Stroma und die aus ihnen unter dem Einfluss der Ströme hervorgegangenen abgebildet.

Die Zelle Fig. 23*a* erhält nach momentaner Einwirkung der Ströme unter Aenderung ihrer Form das in *b* wiedergegebene Aussehen.

Im Plasma treten Körnchen und Fäden schärfer als in *a* vor und schliessen einen neugebildeten Kern mit glänzender Hülle und Stroma ein.

In Fig. 26 *a* tritt das Reiserwerk der Fäden deutlicher hervor als in Fig. 23 *a*. Unmittelbar nach Einleiten der Ströme entsteht ein glänzender Kern mit derber, vielfach durchbrochener Hülle und derben Stromatheilen, der von einer schmalen Körnchenzone und einer im Uebrigen homogenen, in 2lappige Fortsätze auslaufenden Plasmaschicht umgeben wird (*b*).

In Fig. 27 *b* hat sich nach Einwirken der Ströme das Plasma der aus *a* hervorgegangenen Zelle im Bereiche des linkseitigen Umfangs des neugebildeten Kerns so beträchtlich ausgedehnt und ist so durchscheinend geworden, dafs es sich nicht mehr begrenzen lässt.

Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, sind es, abgesehen von der Raschheit ihres Ablaufs nur wenige Punkte, in Betreff deren die Umbildungen der Zellen nach Einwirkung inducirter Ströme von denen abweichen, welche sich spontan entwickeln und auch diese Abweichungen sind meistens nicht wesentlich.

Die Verflüssigung der Körnchen geht nach und ohne Anwendung der Ströme genau in derselben Weise vor sich, während die Körner unter dem Einfluss der letzteren sich unter Vakuolenbildung oder unter allmähligem Verblassen, zum Theil nach vorgängiger Verschmelzung, verflüssigen, ohne dass aber ihr Schwund unter allmählicher Verkleinerung oder unter Zerfall zu einzelnen Körnchen beobachtet worden wäre.

Die Bildung des Kerns aus der Kernanlage oder einem blassen Kern, mit oder ohne Betheiligung der Körner und Körnchen erfolgt in beiden Fällen ganz in der gleichen Weise; die einzige Abweichung nach Einleiten der Ströme besteht darin, dass zur Bildung der Kernmembran mitunter auch die Körnchen miteinander verschmelzen, welche die Peripherie der Körnchenschicht einnehmen, dass also zur nachträglichen Bildung des Kernstromes ausser der Kernanlage die ganze, durch die neugebildete Membran ein- und vom Hyaloplasma abgeschlossene Körnchenschicht verwendet wird. Die Veränderungen, welche der Kern nach seiner Bildung erfährt — die nachträgliche Bildung von Stroma- und Hüllentheilen, die Verdichtung der vorhandenen, ihre Zusammenziehung, die Verdichtung der Grundsubstanz und das theilweise oder völlige Homogenwerden des Kerns — erfolgen nach spontaner Bildung des Kerns wie nach seiner Bildung unter dem Einfluss der Ströme. Die Verdichtung der Kerne scheint in den innerhalb der Blutbahnen umgebildeten Zellen nicht so beträchtlich zu werden, wie im entleerten Blute, da die freien Kerne wie

die Kerne der Rundzellen in der überwiegend grossen Mehrzahl deutlich gesonderte Stromatheile und nur einzelne eine ungewöhnlich dicke Hülle besitzen.

Das Hyaloplasma zieht häufig unmittelbar nach Einleiten der Ströme seine Fortsätze ein und wenn sich später wieder Bewegungen einstellen und Fortsätze bilden, gerathen die letzteren nach Anwendung secundärer Ströme mitunter in ausserordentlich lebhafte, einige Zeit anhaltende, von Abschnürungsvorgängen begleitete Bewegungen, wie sie in gleicher Intensität nach spontanem Eintritt der Umbildungen nicht beobachtet wurden. In Betreff der Hüllenbildung und des Eintritts einer Granulirung während oder nach der Zusammenziehung zeigten die Zellen das gleiche Verhalten nach und ohne vorausgegangene Einwirkung der Ströme.

Wie spontan nicht alle Zellen sich umbilden, einzelne selbst stundenlang unverändert bleiben, so widerstehen auch manche der Einwirkung selbst sehr starker Ströme, ziehen nur ihre Fortsätze ein und runden sich ab, Körner, Körnchen und Kernanlage verändern sich aber überhaupt nicht oder die letztere und die Körner erhalten nur ein körniges Aussehen. Ausnahmsweise wurde das völlige Ausbleiben aller Veränderungen der Zellen an mehreren Blutpräparaten desselben Krebses auch nach Anwendung sehr starker Ströme beobachtet. Bei öfter wiederholten Versuchen zeigte sich, dass innerhalb der Gefässe sowohl nach als ohne Einleiten der Ströme immer nur einzelne Zellen umgebildet werden, während im entleerten Blute desselben Thieres sie fast sämmtlich oder mit wenigen Ausnahmen sich umbildeten; es lässt dies Verhalten nicht wohl eine andere Deutung zu, als die, dass mit Austritt des Blutes aus den Gefässen die Zellen bestimmte Veränderungen erfahren, die sie empfänglich für die Einwirkung der Ströme machen und den Anstoss geben, dass auch ohne Einwirkung der letzteren sich die gleichen Veränderungen, wenn auch langsamer entwickeln.

In den ganz aus Netzen oder anastomosirenden, verästelten Fadenreisern bestehenden Zellen wurden nur Umbildungen einzelner Fäden und Maschensepta, nach Einleiten der Ströme dagegen regelmässig die Verflüssigung der vorhandenen Formelemente unter Bildung grosser hyaliner Plasmabuckel und unmittelbar darauf die Bildung eines glänzenden Kerns beobachtet, in dessen Umgebung feine, ebenfalls neugebildete Körnchen und Fäden in wechselnder Menge in das Plasma eingelagert waren. Ob der Kern hier lediglich aus dem verflüssigten und sich wieder consolidiren-

den Material der geformten Theile entstanden ist, oder ob in den Maschen umgeformtes Nuklein enthalten war, was sich an der Kernbildung betheiligte, lässt sich natürlich nicht angeben, keinenfalls aber war ein besonderer, vorwiegend aus Nuklein bestehender Körper nachweisbar.

Die ganzen Veränderungen der Zellen nehmen somit, sowohl bei ihrer spontanen Entwickelung als bei ihrem Eintritt nach elektrischer Reizung, ihren Ausgang von den nukleinhaltigen Körpern, den Kernanlagen, den blassen Kernen, den Körnern und Körnchen, sowie von den fädigen Gerüsten der Zellen ohne Kernanlage. Dabei sind die Veränderungen an sich wesentlich verschieden, je nachdem es sich um Neubildung geformter Substanz aus ungeformter oder um Verdichtung und Glänzendwerden blasser Theile oder um Verflüssigung von Körnern und Körnchen handelt. Aus Kernanlagen entstehen Kerne mit glänzendem Stroma und Hülle unter Verflüssigung der vorher vorhandenen feinen und blassen Körnchen und Fäden, falls die Kernanlage nicht homogen war und das Stroma blasser Kerne verdichtet sich und wird glänzend. Körner und Körnchen dagegen erweichen oder verflüssigen sich zunächst unter allen Umständen und betheiligen sich in der geschilderten Weise in manchen Zellen direkt durch Verschmelzen oder indirekt nach vorgängiger Verflüssigung an Bildung des Kerns, während der grössere oder grösste Theil ihrer verflüssigten Substanz sich in den meisten Zellen mit dem Hyaloplasma vermischt.

Mit Bezug auf die Säurebildung bei Muskelkontraktionen lag die Frage nahe, ob nicht auch bei den lebhaften Contraktionen des Hyaloplasmas Säure gebildet wird. Zur Begründung dieser Vermuthung liess sich ausserdem der Umstand anführen, dass Engelmann[1]) mitunter blaue Lakmuskörnchen wenige Minuten nach ihrer Aufnahme in das contraktile Endoplasma vom Stylonychia mytilus und pustulata, Paramaecium aurelia und Amoeba diffluens roth werden und weiterhin bleiben sah und dass nach Brandt[2]) der Inhalt pulsirender Vakuolen sauer reagirt, violette Hämatoxylinlösung bräunt. Setzt man einem Tropfen Krebsblut soviel Lakmuspulver oder Lakmuslösung zu, dass das Blut mikroskopisch eine blass blaue Färbung zeigt, so färben sich die freien wie die in Zellen eingeschlossenen Kerne erst licht, dann zunehmend dunkler blau, bis nach etwa 3/4 Stunden ihre Färbung eine

[1]) Hermann, Physiologie, Bd. I, pag. 349.
[2]) Biologisches Centralblatt. 1881, N. 7.

so gesättigte ist, dass Stromatheile überhaupt nicht mehr unterschieden werden können. Der Ablauf der Umbildungen in den Körner- und Körnchenzellen wird, wie es scheint, etwas verzögert aber nicht wesentlich verändert. Die letzteren bleiben ganz ungefärbt oder es nehmen nur vereinzelte Körner und Körnchen eine blaue Färbung an, die auch an den Körnchen noch sichtbar ist, welche bei Verflüssigung der Körner zurückgeblieben sind. Sobald sich dagegen aus der ungefärbt gebliebenen Kernanlage ein Kern gebildet hat färbt sich derselbe sehr rasch, wie die freien Kerne, und zunehmend dunkler und bleibend blau. Das Hyoloplasma nimmt keine Färbung an. Auch den Zellen unmittelbar anliegende Lakmuskörner röthen sich weder während der in den letzteren ablaufenden Veränderungen, noch nach erfolgtem Ablauf. Wenn demnach während der letzteren überhaupt eine Säure gebildet wird, würde ihre Menge eine so geringe sein, dass sie auf diesem Wege nicht nachgewiesen werden kann.

Leitet man inducirte Ströme durch ein mit Lakmus behandeltes Blutpräparat, so röthen sich die blau gefärbten Kerne am positiven Pol und zwar nimmt zuerst ihre Grundsubstanz eine Rosafärbung an, die allmählich lebhafter wird, während Stroma und Hülle sich erst später, nicht regelmässig und meist schwächer färben als die Grundsubstanz. Das Plasma erhält, soweit es bei der Verkleinerung der Zellen eine feinkörnige Beschaffenheit erlangt, einen blassrothen Schimmer und nur die distinkten, bei der Verflüssigung der Körner übrig gebliebenen Körnchen nehmen eine deutliche rothe Färbung an.

Leuchtgas und Sauerstoff übten weder auf die Beschaffenheit der Zellen, noch auf ihre Umbildungen und die Beschleunigung des Eintritts und Ablaufs derselben durch inducirte Ströme einen nachweislichen Einfluss. Die Blutkörper zeigten das gewöhnliche Verhalten auch nachdem die Thiere mehrere Stunden in einem Gefäss zugebracht hatten, welches nur das eine oder andere der genannten Gase enthielt. Es schien zwar, als wenn durch die Aufnahme von Leuchtgas die Bewegungen der Zellen, sowie der Ablauf ihrer Umbildungen verzögert würden, indessen in gleichem Grade ist dies gar nicht selten der Fall bei Zellen von Krebsen, die sich unter gewöhnlichen Verhältnissen befunden haben.

3) Umbildung der Zellen unter dem Einfluss erhöhter Temperatur.

Erhöhung der Temperatur des Objektträgers auf 35—40° C. bewirkte keine constanten Abweichungen im Verhalten der Zellen, weder bezüglich der Art ihrer Veränderungen, noch nach der Schnelligkeit ihres Ablaufs. Ein Paar Mal verliefen die Umbildungen nur langsamer als gewöhnlich und es war namentlich die Verzögerung in der Bildung der Kerne auffallend, deren Stroma als ein sehr blasses, verschwommenes, nicht blos in einzelnen Zellen, sondern in der Mehrzahl derselben geraume Zeit, $\frac{1}{4}$ Stunde und länger sichtbar blieb, ohne sich zu verändern und nur ganz allmählig ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren erhielt; andere Male hatten die derberen Stromatheile statt schärfer vorzutreten, an Umfang zugenommen und waren mit einander zu grösseren blassen, homogenen, den grössten Theil des Kerninnern ausfüllenden rundlichen oder ovalen Gebilden verschmolzen. Auch die Verflüssigung der Körner erfolgte langsamer, so dass nach Beginn der Vakuolenbildung im Verlaufe einer halben Stunde erst ein Theil der Körner geschwunden war, während in einer grösseren Anzahl von Zellen die Körner auch im weiteren Verlauf der Beobachtung sich nicht verändert und auch Kernanlagen und blasse Kerne sich nicht in glänzende Kerne umgewandelt hatten. Eine Verzögerung oder ein Ausbleiben der Verflüssigung der Körner und Körnchen wie die sehr allmählig zu Stande kommende Entwicklung eines glänzenden Kernstromas werden zwar auch häufig unter gewöhnlichen Verhältnissen beobachtet, aber dann nur an vereinzelten Zellen, während das Verschmelzen der Stromatheile blasser Kerne zu grösseren compakten Gebilden überhaupt nur nach Erhöhung der Temperatur wahrgenommen wurde. Die letztere kann demnach theils den Ablauf der Veränderungen in der Zelle verzögern, theils denselben modificiren; es geschieht dies aber nicht regelmässig, die Veränderungen liefen bei anderen Versuchen in der gewöhnlichen Weise ab. Eine Beschleunigung der Bewegungen der Zelle, wie sie bei anderen amöboiden Zellen nach Temperaturerhöhung beobachtet worden ist, trat nicht ein.

4) Veränderungen der Zellen durch chemische Reagentien.

1) Wasserwirkung.

Setzt man einem Blutstropfen einen um den 3ten Theil oder um die Hälfte kleineren Tropfen destillirten Wassers zu, so wird der Ablauf der Umbildungen in den Zellen etwas modificirt und ausserdem erheblich verzögert.

Die Formveränderungen der Zellen und die Bildung von Fortsätzen gehen sehr träge vor sich, statt zackiger oder stachelförmiger Fortsätze wölben sich meist nur umfangreiche blasse Buckel vor, die sich wenig verändern, nachdem sie eine bestimmte Grösse erreicht haben oder sich unter bleibender Abrundung der Zelle langsam zurückbilden. In einem Theil der Zellen erhält das Hyaloplasma, ehe noch erhebliche Veränderungen in ihrem Innern eingetreten sind, eine verhältnissmässig derbe Hülle, die sich bald schon wenige Minuten nach Anfertigung des Präparats bildet, bald erst im Verlaufe von 1—2 Stunden und nach deren Bildung die Verflüssigung der Körner und Körnchen weder zur Vergrösserung der Zelle noch zu erheblichen Formveränderungen derselben führt. In einer Körnerzelle mit noch ganz unveränderten Körnern kam es zum plötzlichen Bersten der Hülle $^3/_4$ Stunden nach ihrer Bildung und gleichzeitig mit dem Vorstürzen der Körner wandelte sich die Kernanlage in einen glänzenden Kern um.

Das Auseinanderweichen der Körner und Körnchen erfolgt langsam; die letzteren gerathen beim Einfliessen in sich vorwölbende Buckel mitunter in sehr lebhafte tanzende Bewegungen. Auch die Verflüssigung der Körner und Körnchen geht langsamer vor sich als gewöhnlich und kommt in manchen Präparaten in einer Anzahl Zellen auch während mehrstündiger Beobachtungsdauer nicht oder nur unvollständig zu Stande. Nachdem die Körner sich vergrössert und einen stärkeren Glanz erlangt haben, verschmelzen sie häufig zu mannigfach gestalteten prismatischen, keulen-, stäbchen-, biskuit- oder halbmondförmigen oder runden Gebilden, welche letzteren die Grösse eines kleinen Kerns erreichen können. Aehnliches wird zwar auch ohne Wasserzusatz zum Blut, aber seltener beobachtet und dann erreichen auch die aus Verschmelzen der Körnchen hervorgegangenen Gebilde nicht die Grösse wie nach Wasserzusatz zum Blut. Die Vergrösserung der Kernanlage wird mitunter beträchtlicher als ohne Wasserzusatz,

da sie nicht allein durch Apposition neuen Materials seitens der sich verflüssigenden Körner und Körnchen, sondern auch durch Wasseraufnahme und Quellung der Kernanlage bewirkt wird, die sich meist schon einige Minuten nach dem Wasserzusatz bemerklich macht. Es entsteht dann in der Regel zuerst ein blasser Kern, dessen Hülle früher sichtbar wird als das Stroma und der nach kürzerer oder längerer Zeit, mitunter erst nach $^1/_2$ Stunde, eine glänzende Hülle und dann auch ein glänzendes Stroma erhält.

Die Verflüssigung der Körner und Körnchen vollzieht sich sehr allmählig und während derselben bleiben lebhaftere Bewegungen der Zellen und häufig auch eine auffallende Volumenzunahme derselben aus. Nach Bildung des Kerns und der mehr oder weniger vollständigen Verflüssigung der Körner und Körnchen zieht sich der Kern und die Zelle wie im unverdünnten Blut zusammen, und die letztere erhält jetzt eine Hülle, wenn eine solche sich nicht schon früher gebildet hatte. Das Hyaloplasma erhält nach der Verflüssigung von Körnern und Körnchen mitunter eine feinkörnig-fädige Beschaffenheit, ebenso die Fortsätze, die sich dann nicht oder später als andere hyalin gebliebene zurückbilden und auch keine besondere Hülle erhalten.

Nach Zusatz eines gleich grossen Tropfens destillirten Wassers zu einem Tropfen Blut wird die Zahl der Zellen, welche sich abrunden, ihre Bewegungen einstellen und eine Hülle erhalten, beträchtlich grösser und ausserdem erlangen die Kernanlagen, welche Anfangs eine fein und blass körnig-fädige Beschaffenheit besassen, nach Eintritt der Quellung ein vollkommen homogenes Aussehen. Bei dem Ausbleiben lebhafterer Bewegungen der Zellen kommt es gar nicht immer zu einer Vermischung des Körner- und Körnchenplasmas mit dem Hyaloplasma, das erstere bildet eine compakte, vom letzteren wohl abgegrenzte Schicht um den Kern oder um die Kernanlage.

In durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparaten finden sich auch nach Verlauf von 6—12 Stunden neben einzelnen nicht oder nur wenig veränderten Zellen in ziemlicher Häufigkeit Zellen mit fein granulirtem, oder Gruppen und Reihen glänzender Körnchen einschliessendem Hyaloplasma und einer vergrösserten homogenen oder blass granulirten Kernanlage oder einem noch blassen Kern. Da ohne Wasserzusatz zum Blut Zellen von dieser Beschaffenheit auch längere Zeit nach Anfertigung des Prä-

parats sich nur vereinzelt finden, so scheint die Einwirkung des Wassers die Bildung eines Stromas und eines blassen Kerns in einen glänzenden nicht nur verzögern, sondern unter Umständen ganz verhindern zu können.

Die Wasserwirkung dokumentirt sich demnach in der Verlangsamung der Bewegungen des Hyaloplasma, in der trägen Bildung von Fortsätzen und in der Abrundung wie in der Bildung einer Hülle um viele Zellen, ehe noch Veränderungen in ihrem Innern eingetreten sind; ferner in der Verzögerung der Verflüssigung von Körnchen und Körnern bei zum Theil sehr auffallenden Formveränderungen und Umgestaltungen der Körner und in der Verzögerung oder in dem gänzlichen Ausbleiben der Bildung des Kerns aus der durch Quellung oder auch durch Apposition neuen Materials vergrösserten Kernanlage. Wenn die letztere blasse und feine Körnchen und Fäden enthält, schwinden dieselben und die Kernanlage wird ganz homogen, wenn dem Blutstropfen ein gleich grosser Wassertropfen zugesetzt worden ist. Bei dem Ausbleiben lebhafterer Bewegungen des Hyaloplasma bleibt mitunter das Körner- und Körnchenplasma als compakte Schicht um den Kern oder die Kernanlage angehäuft.

An menschlichen farblosen Blutkörpern hat Stricker[1]) auf Zusatz von destillirtem Wasser nicht blos Abrundung derselben, sondern auch den Eintritt von schwingenden Bewegungen der in den Zellen herumkreisenden Körnchen betrachtet. Für die Abhängigkeit der Schwingungen vom Leben der Zelle führt Stricker den Umstand an, dass sie unmittelbar vor Bersten und Absterben der letzteren ausserordentlich lebhaft wurden und dass die Körnchen nach ihrem Austritt aus der Zelle innerhalb der umgebenden wässrigen Flüssigkeit an Schwingungsgeschwindigkeit einbüssten oder zu schwingen aufhörten.

Thoma[2]) sah nach Uebersättigung des Bluts von Warm- und Kaltblütern die farblosen Zellen sich erheblich vergrössern, kugelrund, sehr blass und schwach lichtbrechend werden, während ihre Körnchen in lebhafte Molekularbewegung geriethen.

Nach Flemming[3]) wirkt Wasser auf die Balken der Kerngerüste so stark quellend, dass sie unsichtbar werden und in den

---

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der W. Bd. 55. 1867.
[2]) Virchow's Archiv, Bd. 26.
[3]) l. c. S. 110.

homogenen, von sehr dünner Membran umschlossenen Kernen nur noch das unveränderte oder vakuolisirte Kernkörperchen sichtbar bleibt. Eine vollständige Lösung und Deconstituirung der Gerüstbalken tritt aber bei der Wasserwirkung zunächst nicht ein, denn ein im Wasser klar gewordener Kern zeigt bei nachträglichem Säurezusatz wieder Gerüststränge mit etwas veränderter Anordnung.

Die Krebsblutkörper zeigen insofern ein wesentlich anderes Verhalten, als es in denselben trotz des Wasserzusatzes zur Bildung eines erst blassen und dann glänzenden Kernstromas kommt, nur erfolgt die Bildung desselben langsamer als gewöhnlich und bleibt öfter ganz aus.

Werden inducirte Ströme durch mit Wasser verdünntes Blut geleitet, so werden die Bewegungen des Hyaloplasma zwar lebhafter als vorher, bleiben aber auch jetzt an einer Anzahl Zellen aus und zwar sowohl an solchen, um welche sich eine Membran gebildet hatte, als an solchen, wo diese fehlte. Die Körner und Körnchen verflüssigen sich zwar rascher als vorher, in einer Anzahl Zellen aber doch langsamer als in nicht mit Wasser verdünntem Blut, während das entstandene Körner- und Körnchenplasma sich immer zu einem grösseren oder geringeren Theil im Hyaloplasma vertheilt. Ein Kern entstand regelmässig aus der Kernanlage, auch wenn dieselbe in Folge der Wasserwirkung mehr oder weniger gequollen war. Nach Verflüssigung der Körner und Körnchen und nach Bildung des Kerns zieht sich das Hyaloplasma rasch und ruckweise und unter Abschnürung rundlicher oder fetziger Portionen um den Kern zusammen und es bleibt nun eine Rundzelle zurück, deren Kern von einer verhältnissmässig schmalen Zone Hyaloplasma umschlossen wird. Es gleichen diese Zellen ganz den schon im frischen Blut enthaltenen Rundzellen; in geringerem Grade ist dies der Fall bei den aus Umbildung der Körner- und Körnchenzellen des unverdünnten Bluts spontan oder nach Einleiten inducirter Ströme hervorgegangenen Zellen, da bei diesen sich nur kleinere Portionen des Hyaloplasma abschnüren, eine nachträgliche Zusammenziehung meist weniger beträchtlich ist und sich bei der bedeutenden Volumenszunahme der Zelle allmähliger, häufig erst im Verlaufe von Stunden vollzieht.

2) Verhalten der Zellen gegen Theerfarbstoffe.

Setzt man dem Blutstropfen so viel Methylgrün oder Anilinviolett in fester Form oder in gesättigter wässriger Lösung zu, dass er makroskopisch eine deutliche lichte, grüne oder violette Färbung zeigt, so färben sich Stroma und Hülle der freien und zum Theil auch der in Zellen eingeschlossenen Kerne rasch und zunehmend tief, während in einem andern Theil der kernhaltigen Zellen die Färbung der Kerne erst nach einiger Zeit eintritt. In den Körner- und Körnchenzellen bleibt das Hyaloplasma ganz ungefärbt, Körner und Körnchen nehmen nur in einem Theil der Zellen und meist nicht sämmtlich eine Färbung an. Die Kernanlagen färben sich in Anilinviolett sämmtlich ziemlich rasch, gleichmässig und mehr oder weniger lebhaft, während nach Entwickelung des Kernstromas der Farbstoff vorwiegend an dasselbe gebunden ist. In Methylgrün bleiben dagegen die Kernanlagen ganz ungefärbt und erst nachdem sich aus ihnen ein Kern entwickelt hat, nimmt derselbe rasch eine grüne Färbung an. Die Bewegungen der Zelle erfolgen nach Zusatz der Farbstoffe viel träger als sonst, manche Zellen bleiben $^1|_2$—2 Stunden ganz unbeweglich oder es bilden sich nur grosse, bucklige, sich langsam verändernde Vortreibungen; ebenso geht die Verflüssigung der Körner und Körnchen langsamer vor sich, so dass in den Körnerzellen sich häufig aus der gefärbten Kernanlage bereits ein Kern gebildet hatte, während noch der grösste Theil der Körner oder dieselben sämmtlich unverändert waren. Andere Male war auch die Bildung des Kerns aus der Kernanlage sehr verzögert. Eine nachträgliche Färbung des Hyaloplasma trat nur dann ein, wenn nach vorausgegangener Verflüssigung der Körner und Körnchen dasselbe mit seiner Zusammenziehung eine feinkörnige Beschaffenheit angenommen und das Material der ersteren sich wieder ausgeschieden hatte. Auch nach Einleiten inducirter Ströme gingen die Veränderungen in den Zellen träger vor sich als in Zellen aus ungefärbtem Blut desselben Krebses und blieben bei einer grösseren Anzahl Zellen ganz aus. Im letzteren Fall nahmen aber vorher ungefärbte Körner und Körnchen nach Einleiten der Ströme nicht nur rasch eine Färbung an, sondern dieselbe war auch tiefer als sie sonst zu sein pflegt. Die gleiche Verlangsamung der Bewegungen und Umbildungen der Zellen wie nach Zusatz von Methylgrün und Anilinviolett zum Blut tritt auch nach Färbung desselben durch Safranin, Magdalaroth und Eosin ein.

3) Alkoholwirkung.

Setzt man der Blutflüssigkeit zwischen Deckglas und Objektträger absoluten Alkohol zu, so erlöschen die Bewegungen der Zellen und diese selbst unterliegen sehr erheblichen Veränderungen.

Das Hyaloplasma bleibt homogen oder wird sehr zart und fein, hie und da auch derber granulirt und erhält stellenweise eine derbe Hülle.

Die Kernanlage verkleinert sich häufig etwas und erhält entweder ein gleichmässig trübes, dunkles Aussehen durch das Auftreten dicht gestellter Körnchen oder differenzirt sich zu derberen Stromatheilen, die eine ähnliche Beschaffenheit darbieten wie die unter gewöhnlichen Verhältnissen entstandenen, aber häufig feine Körnchen in dichterer Stellung als sonst zwischen sich einschliessen. Mitunter bleibt ein Theil der Kernanlage homogen, erhält aber einen stärkeren Glanz, so dass er als solider Anhang eines kleinen Kerns erscheint oder die ganze Kernanlage wandelt sich in einen compakten, glänzenden Klumpen um, der in der Mitte eine Höhlung mit ein Paar Körnchen einschliesst.

Die Umwandlung der Kernanlage in einen Kern geht in der Regel dem Eintritt von Veränderungen der Körner voraus. Die letzteren erhalten undeutliche Contouren und verschmelzen zu mehreren scholligen, homogenen Gebilden oder zu einer einzigen homogenen, glänzenden Masse, die wie die Schollen sich wieder zu bald feinen und blassen, bald derberen und dunkleren Körnchen und zu feinen, mit den letzteren zusammenhängenden Fäden differenzirt, die mitunter ein feines, die Körnchenmasse durchziehendes Gerüst bilden. Andere Male zerfallen die unverschmolzenen Körner nach Aufhellung ihrer centralen Abschnitte zu einzelnen Körnchen und zu kurzen Fäden. In beiden Fällen behält die aus der Körnerschicht hervorgegangene Körnchenschicht die Ausdehnung der letzteren, lässt sich vom Kern wie vom Hyaloplasma deutlich sondern und verdichtet sich in der Peripherie häufig in grösserer oder geringerer Ausdehnung zu einer im Durchschnitt fädigen Hülle. Mitunter wandeln sich die Körner in stäbchenförmige, fasrige, spindelförmige, zum Theil anastomosirende Gebilde um.

In den Körnchenzellen verblassen die Körnchen bald nur, bald verschmelzen sie zum Theil untereinander zur Bildung feiner Fäden. Im Uebrigen sind die Veränderungen denen in den Körnerzellen entsprechend.

Freie wie in Zellen eingeschlossene Kerne werden nicht ver-

ändert oder es treten zwischen ihren Stromatheilen Körnchen in grösserer Zahl hervor als gewöhnlich.

Analog den durch Alkohol bewirkten Veränderungen sind die auf Zusatz von Schwefeläther eintretenden, entwickeln sich aber viel langsamer und erst auf öfter wiederholten Aetherzusatz.

In Fig. 21, *a* und *b*, sind 2 durch Alkohol veränderte Zellen abgebildet. Der Kern von *a* unterscheidet sich nicht wesentlich von spontan entstandenen Kernen, während in *b* sich die Kernanlage nur zum Theil in einen Kern umgewandelt hat, zum Theil aber homogen geblieben und glänzend geworden ist. Die den Kern umschliessende, aus den Körnern hervorgegangene granulirte Schicht besitzt in beiden Zellen eine deutliche Hülle, eine zartere das in *a* homogen gebliebene, in *b* sehr zart granulirte Hyaloplasma.

Es werden demnach durch Einwirkung des Alkohols alle Theile der Zelle verändert und die Veränderungen selbst sind so weit analog, als sich aus dem Hyaloplasma, den Körnern und aus der Kernanlage Körnchen oder diese und Fäden differenziren und das Hyaloplasma, wie die aus den Körnern hervorgegangene Körnchenschicht stellenweise eine deutliche Hülle erhalten. Am auffallendsten sind die Veränderungen der Körner und der Kernanlage, welche letztere sich mitunter gleichzeitig verkleinert und mit einem grösseren oder geringeren Theile ihrer Substanz in einen homogenen, stark glänzenden Körper verwandelt.

4) Wirkung von Pikrokarmin.

Wird einem Tropfen Blut so viel Pikrokarminlösung zugesetzt, dass die Flüssigkeit mikroskopisch einen Schimmer von Färbung zeigt, so treten Veränderungen ein, die im Wesentlichen auf die Einwirkung der Pikrinsäurelösung bezogen werden müssen, da die Zellen die Karminfärbung erst dann annehmen, wenn die Veränderungen in ihrem Innern ganz oder zum grössten Theil abgelaufen sind.

Eine Gelbfärbung der Körner, Körnchen, der Kernanlagen und blassen Kerne ist nur in einem Theil der Zellen schon unmittelbar nach Anfertigung des Präparats sichtbar; in anderen nicht gefärbten Zellen geht die Bildung und Rückbildung von Fortsätzen zunächst noch in der gewöhnlichen Weise vor sich, dann verlangsamen sich die Bewegungen, die Fortsätze werden eingezogen, die Zelle rundet sich ab und kann minutenlang oder während einer halben Stunde unverändert bleiben, bis die Körner ein stärkeres

Brechungsvermögen erlangen und sich wie die Kernanlagen oder der aus ihr hervorgegangene blasse Kern gelb färben. Nach Eintritt der Gelbfärbung treibt das Hyaloplasma statt stachelförmiger nur noch halbkugeliche oder lappige, langsam anwachsende Fortsätze vor, die sich bald wieder zurückbilden, bald unverändert kürzere oder längere Zeit fortbestehen und zum Theil eine Hülle und ein fein granulirtes Aussehen erhalten und eine sehr schwache gelbliche Färbung annehmen. Während der Verkleinerung der Buckel und der Abrundung der Zelle kam es einige Male zum Bersten ihrer Hülle, andere Male gerieth bei gleichzeitiger Verflüssigung der Körner der feinkörnige Inhalt der Buckel in die lebhafteste Molekularbewegung, die bis eine Viertelstunde lang in gleicher Stärke anhielt und allmählich erlosch, während die Körnchen sich mehr und mehr in der Peripherie des Hyaloplasma anhäuften. Bald rasch nach Eintritt der Pikrinfärbung, bald erst geraume Zeit später, mitunter erst nach einer halben Stunde, verändern die Körner ihre Beschaffenheit und gegenseitige Lage, einzelne verschmelzen mit einander und es kommt in ganz ähnlicher Weise wie in unverändertem Blut in einem grösseren oder geringeren Theile derselben gleichzeitig oder successive zur Bildung von Vakuolen, wobei das Innere der Körner sich entweder mit einem Male verflüssigt, oder sich zunächst zu Körnchen differenzirt. Die vakuolisirten Körner schwinden zum Theil, indem ihre Hülle sich zu einzelnen Körnchen sondert, zum Theil verkleinern sie sich allmählig oder ruckweise unter Hinterlassung von Körnchen. Auch bereits vakuolisirte Körner können mit anderen vakuolisirten oder in der Vakuolisirung begriffenen verschmelzen und dadurch eine beträchtliche Vergrösserung erfahren. Eine grössere oder geringere Zahl von Körnern schwindet ohne Vakuolenbildung unter zunehmender Verkleinerung. Die verflüssigte Substanz der Körner mischt sich nicht oder nur in geringem Grade mit dem Hyaloplasma und bildet mit den unverändert gebliebenen Körnern und den bei Verflüssigung der Körner zurückgebliebenen Körnchen eine die Kernanlage umschliessende und vom Hyaloplasma deutlich abgegrenzte Schicht, welche nur mit einzelnen etwas abgerückten Körnern und Körnchen in das letztere ausgreift.

Die Bildung eines glänzenden, scharf gezeichneten Stromas aus der Substanz der Kernanlage wurde nicht beobachtet; wenn aus der letzteren sich ein blasser Kern entwickelt hatte, blieb das Stroma desselben unverändert und nur die Hülle wurde stärker brechend und schärfer gezeichnet, während in Zellen die eine

Kernanlage enthalten dieselbe mit Eintritt der Gelbärbung ein dichtkörniges oder körnig-fädiges Gefüge, aber kein derberes Stroma erhält und sich auch nicht weiter verändert. Erst nachdem die Kernanlage diese Beschaffenheit erhalten und die Vakuolisirung der Körner Fortschritte gemacht hat, nimmt die erstere wie blasse Kerne, Körner und Körnchen eine lebhaft rothe Färbung an, das Hyaloplasma dagegen aber eine ganz blasse.

In den Körnchenzellen verändern sich die Körnchen nach Eintritt der Gelbfärbung eine Weile nicht, verblassen und schwinden dann ziemlich rasch, im Übrigen sind die Veränderungen denen der Körnerzellen entsprechend.

Durch Zusatz von Pikrokarmin zum Blut werden somit zunächst die Lebensäusserungen der Zellen herabgesetzt, ihre Bewegungen werden langsamer und erlöschen, um nach Eintritt der Gelbfärbung der Körner, Körnchen und Kernanlage mit etwas verändertem Charakter wieder zu beginnen. Es bilden sich umfangreiche, langsam wachsende, zum Theil fein granulirte und sehr schwach gelb gefärbte Buckel, mit deren Rückbildung die Zelle sich abrundet und in denen die Körnchen mitunter in ausserordentlich lebhafter Molekularbewegung begriffen sind. Die Vorgänge bei Vakuolisirung der Körner zeigen kein vom gewöhnlichen erheblich abweichendes Verhalten, dagegen vermischt sich die verflüssigte Kornsubstanz nicht mit dem Hyaloplasma. Aus der Kernanlage wird ein glänzender Kern nicht gebildet, sondern dieselbe erhält eine dicht körnig-fädige Beschaffenheit und ein dunkles Aussehen; auch das Stroma blasser Kerne bleibt undeutlich und nur die Hülle erhält häufig schärfere Contouren. Erst nachträglich tritt Rothfärbung der Zellen ein, und wie nach Einwirkung von Anilinfarben werden Kerne, Körner- und Körnchenplasma lebhafter, das Hyaloplasma gar nicht oder sehr schwach gefärbt.

5) Wirkung von Essigsäure und von Osmiumsäure.

Lässt man vom Rande des Deckgläschens aus einen kleinen Tropfen Essigsäure zur Blutflüssigkeit treten, so entsteht an der Berührungsstelle beider Flüssigkeiten eine weissliche, durch körnige Eiweissniederschläge bewirkte Trübung, die sich nur sehr allmählich mit dem weiteren Vordringen der Säure ausbreitet. Es kommt deshalb in einer Anzahl Zellen zur Verflüssigung der Körner und Körnchen und zur Bildung eines Kerns, ehe überhaupt

die Säure auf sie eingewirkt hat; sobald dieselbe aber zu noch unverändert gebliebenen Zellen vorgedrungen ist, entsteht ein körniger Niederschlag in der unmittelbaren Umgebung derselben und gleichzeitig erfahren sie selbst sehr auffallende Veränderungen.

Sobald die Säure auf eine Körnerzelle einwirkt, verschmelzen die Körner sämmtlich oder zum grössten Theil, rasch oder allmählig und ohne vakuolisirt zu werden zu einer homogenen Masse, die sich sowohl von dem umgebenden Hyaloplasma, als von der Kernanlage durch ihr stärkeres Brechungsvermögen ziemlich deutlich abgrenzt. Während die Körner ihre Lage verändern, zusammenrücken und verschmelzen, wird die Kernanlage häufig verdeckt, andere Male bleibt sie sichtbar und wird unmittelbar nach dem Verschmelzen der Körner in ein kernartiges Gebilde umgewandelt, das zwar eine etwas wechselnde Beschaffenheit zeigt, in der Mehrzahl der Fälle aber sich sehr auffallend von den präformirten, wie von den während der Beobachtung, spontan oder unter dem Einfluss inducirter Ströme entstandenen Kerne unterscheidet.

Die Kernanlage erhält häufig in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmässig dicht- und feinkörnige Beschaffenheit. Die Körnchen sind dunkel, ziemlich scharf umschrieben und von gleicher Feinheit oder schliessen vereinzelte derbere wie kurze Fäden ein. Eine Hülle fehlt oft ganz oder ist unvollständig und zart und an ihrer Stelle finden sich im ersteren Falle Körnchen, welche ganz dieselbe Beschaffenheit besitzen und ebenso gleichmässig dicht gestellt sind wie die Körnchen im Kerninnern. Die Form des Kerns ist regelmässig rund oder oval oder wird unregelmässig durch zackig-körnige Fortsätze, welche vereinzelt oder zu mehreren in das umgebende, körnig gewordene Körnerplasma ausgreifen. Kerne von dieser Beschaffenheit kommen weder in Zellen, noch frei in unverändertem Krebsblute vor, sie sind lediglich Kunstprodukte, die durch die Einwirkung der Essigsäure auf die Kernanlage entstanden sind. Dasselbe gilt von Kernanlagen, die in einen unregelmässig geformten, eckigen, glänzenden, fast ganz homogenen Körper umgewandelt worden sind, und von Kernanlagen, die zunächst zwar ein gleichmässig dichtkörniges Aussehen erlangt haben, in denen aber nachträglich und während der Beobachtung die Körnchen stellenweise zu derberen knotigen oder strangförmigen Gebilden verschmolzen sind, die den Stromatheilen von präformirten Kernen gleichen. In anderen Essigsäurekernen finden sich dagegen von Anfang an

derbere Knoten, Stränge und Fäden in wechselnder Häufigkeit zwischen die mehr oder weniger dicht gestellten Körnchen, während eine Hülle bald in grösserer Ausdehnung, bald nur in Form kurzer, fädiger Stücke vorhanden ist oder ganz fehlt. Die Annahme, dass in diesem Falle die Stromatheile schon präformirt gewesen und durch die Säure nur sichtbar gemacht worden seien, kann überhaupt nur in Betreff homogener Kernanlagen als zulässig anerkannt werden, da die Kernanlagen von gleichmässig dicht, fein- und blasskörnig-fädiger Beschaffenheit nicht noch ein anders beschaffenes, derberes und unsichtbares Stroma einschliessen können.

Aber auch für homogene Kernanlagen scheint eine solche Annahme sehr unwahrscheinlich, da das Stroma blasser Kerne unter der Einwirkung der Essigsäure schwindet und aus ihrer homogen gewordenen Substanz sich neue, anders beschaffene Formelemente entwickeln. Näher liegend und wahrscheinlicher erscheint die Annahme, dass unter Umständen, bei ungleichmässiger Einwirkung der Säure oder bei ungleicher Dichte der Substanz der Kernanlage, die Säure Gerinnungen der Substanz der letzteren bewirkt die nach Form, Derbheit und der Art und Weise ihrer Vertheilung den in der lebenden Zelle entstandenen Stromatheilen des Kerns mehr oder weniger gleichen.

In den blassen Kernen treten unmittelbar nach Einwirkung der Säure die Stromatheile für einen Moment deutlich und scharf hervor, dann verblasst aber der Kern, wird mit oder ohne gleichzeitige Quellung ganz homogen und nachträglich entwickeln sich in zunehmender Menge scharf vortretende Körnchen und Fäden und eine glänzende Hülle von wechselnder Dicke. Das Kerninnere besteht dann bald vorwiegend aus gleichmässig dicht gestellten feinen Körnchen, bald sind neben denselben Fäden in wechselnder Zahl, und einzelne Stränge und Knoten sichtbar, immer aber sind die in dem homogen gewordenen Kern vortretenden Formelemente neugebildet und von den vorher vorhandenen, mit Einwirkung der Säure geschwundenen blassen Stromatheilen durchaus verschieden. Auch einzelne Knoten und Stränge, welche mitunter in dem homogen gewordenen Kerne noch undeutlich sichtbar sind, sondern sich nachträglich zu Gruppen und Reihen distinkter Körnchen, auf welche man bei der Dichte der Stellung der Körnchen leicht aufmerksam wird, auch wenn man ihre Bildung aus blassen Stromatheilen nicht direkt wahrgenommen hat. Zu Körnchengruppen differenzirte Knoten haben mitunter das Aussehen von körnigen Kernkörperchen, dagegen sind

in den letzteren die einzelnen Körnchen weniger scharf von einander gesondert. — Nur wenn innerhalb eines sonst blassen Stromas einzelne Stromatheile bereits einen etwas stärkeren Glanz erlangt haben, bleiben dieselben bei und nach Einwirkung der Säure unverändert oder treten nur schärfer vor, und dasselbe gilt von Kernen, in denen die Stromatheile sämmtlich schon in der Umbildung zu glänzenden und scharf gezeichneten begriffen sind. Dagegen treten auch dann in den vorher von homogener Substanz erfüllten Stromalücken Körnchen in wechselnder Menge auf.

Die aus Verschmelzung der Körner entstandene, Anfangs ganz homogene Plasmaschicht erhält nach Bildung des Essigsäurekerns in den selteneren Fällen ein fein und gleichmässig granulirtes Aussehen, in der Regel sondern sich aus ihrer Substanz Körnchen und theils kurze, theils längere Fäden, die nach Stärke und Glanz ähnliche Verschiedenheiten wie die des Kerns zeigen, meist aber sparsamer eingestreut und nur in der Umgebung des letzteren dichter gestellt sind. Es wird dann häufig ganz unmöglich, den Kern von den ihn umschliessenden Körnchen des Körnerplasmas als besonderes Gebilde zu sondern und anzugeben, wo er aufhört und wo die Körnchen des Körnerplasmas anfangen. Die Fäden des letzteren verlaufen mitunter ohne bestimmte Anordnung nach verschiedenen Richtungen, sehr häufig aber durchziehen sie, vom Umfang des Kernes ausgehend, in radiärer Richtung das Körnerplasma oder hängen mit anderen ähnlichen zusammen, welche im Allgemeinen concentrisch zur Peripherie der Zelle den Kern umkreisen und bilden durch ihre Verbindungen mit denselben ein das ganze Körnerplasma durchsetzendes zierliches Fadengitter, dessen relativ weite Maschen bald leer sind, bald einzelne nicht veränderte Körner und in grösserer Häufigkeit ein feinkörniges und kurzfädiges Material einschliessen, dessen Menge mitunter eine so beträchtliche wird, dass das Körnerplasma ein nahezu ebenso dunkles Aussehen erhält, wie der Kern. Wie im Innern des Körnerplasmas treten Fäden auch an seiner Peripherie hervor, so dass es eine fädige Einfassung erhält. In vereinzelten Zellen hatten sich die Körner gar nicht verändert, obschon aus der dichtkörnigen Trübung der Kernanlage, der Bildung einer Zellhülle und aus dem Eintritt eines Eiweissniederschlags in der unmittelbaren Umgebung der Zelle unzweifelhaft hervorging, dass die Säure auf dieselbe eingewirkt hatte.

Das den ursprünglichen Körnerhaufen umschliessende Hyaloplasma erhält unter der Einwirkung der Säure eine Hülle, wäh-

rend in seinem Innern ebenfalls eine körnig-fädige Differenzirung eintritt. Körnchen und Fäden sind aber hier sparsamer als im Körnerplasma eingelagert und die Fäden in den Zellfortsätzen vorwiegend radiär, nach dem Zellinnern zu gerichtet, so dass die Fortsätze wie aufgefasert aussehen.

Ganz analog den geschilderten sind die Veränderungen der Körnchenzellen.

Die freien wie die in körner- und körnchenfreien Rundzellen eingeschlossenen Kerne verändern ihre Beschaffenheit nur insoweit, als in den derberen Knotenpunkten des Stromas wie in einzelnen knotigen Verdickungen der Hülle mitunter kleine Hohlräume entstehen, die geformte Theile nicht oder nur ein Paar Körnchen enthalten; es scheint, dass die Substanz der Stromatheile, so weit dies der Fall ist, noch eine ähnliche Beschaffenheit besitzt, wie die blasser Stromatheile, wofür auch das Auftreten distinkter Körnchen in der gebildeten Höhlung spricht. In Kernen, deren Stroma und Hülle einen matten Glanz und keine scharfen Contouren besitzen, treten die letzteren nach Einwirkung der Säure, häufig wenigstens, schärfer hervor.

Die Zellen *b*, *c* und *d* Fig. 20 sind durch Essigsäure in der geschilderten Weise veränderte Körnerzellen. Die dicht gestellten Körnchen und Fäden des Kerns gehen ohne alle scharfe Grenze in die des Körnerplasmas über, das von einem weitmaschigen Fadengitter durchzogen und durch einen fädigen Contour begrenzt wird. Das Hyaloplasma hat eine Hülle erhalten, während in seinem Innern sich spärliche Körnchen ausgeschieden haben.

In der Zelle *a* waren schon vor der Säurewirkung einzelne derbere Stromatheile in der Kernanlage aufgetreten, die nach Einwirkung der Säure schärfere Contouren erhalten, während zwischen ihnen auch hier das Kerninnere dichtkörnig geworden ist. Im Körnerplasma hatte sich ein Fadengitter nicht entwickelt, statt dessen treten verästelte Fäden und neben denselben noch ein Paar unveränderte Körner vor.

e^1 Körnchenzelle vor, e^2 dieselbe nach Einwirkung der Säure. Aus der Kernanlage in e^1 hat sich unter Einwirkung der Säure rasch ein Kern entwickelt, der hier eine grössere Zahl derber, zackiger Knoten enthält und dadurch ein ähnliches Aussehen erlangt, wie Kerne, die sich spontan entwickelt haben.

Wenn man einen Blutstropfen vor der Untersuchung mit der Säure mischt, so wird man zwar auch, wenn man das Präparat durchmustert, auf einzelne Zellen und auf Zellgruppen stossen,

deren Kernanlagen im Kerne umgewandelt sind, die ein von dem gewöhnlichen durchaus verschiedenes Aussehen darbieten, daneben aber auch auf Zellen, deren Kerne präformirt waren oder von präformirten sich wenigstens nicht auffallend unterscheiden. Es ist deshalb immer nöthig, sich nicht mit einem paarmaligen Hin- und Herschieben des Objektträgers zu begnügen, sondern das Präparat ganz zu durchsuchen.

Aehnliche Veränderungen wie Essigsäure ruft Zusatz von $\frac{1}{2}$ prozentiger Osmiumsäure zum Blut in den Zellen hervor.

Die Kerne sind in vielen Körner- und Körnchenzellen ganz von dicht gestellten Körnchen erfüllt, besitzen keine Membran und sind von den körnigen- oder körnig-fädigen Massen, zu welchen die Körner meist zerfallen sind, gar nicht mehr zu sondern; in den Kernen anderer Zellen finden sich neben den Körnchen noch einzelne derbere, glänzende Stromatheile beim Fehlen oder Vorhandensein einer Membran und mitunter ist die Kernanlage in einen soliden, glänzenden Körper umgewandelt der namentlich dann sehr auffallend vortritt, wenn aus den Körnern sich ein Fadengitter entwickelt hat, dessen Maschen nur spärliche Körnchen einschliessen. Aus den Körnern der Körnerschicht haben sich derbere und feinere Körnchen und Fäden oder ein Fadengitter entwickelt und diese Theile sind von dem Hyaloplasma häufig durch eine unvollständige, derbe, neugebildete Hülle gesondert. Auch das Hyaloplasma erhält in vielen Zellen eine Hülle und eine wechselnd dichte Granulirung. In den Körnchenzellen sind die Körnchen theils zu kleinen Körnern, theils zu Fäden verschmolzen, während Kernanlagen und Hyaloplasma ganz dieselbe Beschaffenheit darbieten wie die Körnerzellen. Körner- und Körnchenzellen sind häufig so trübe und gebräunt, dass sich die Beschaffenheit des Zellinnern nur sehr undeutlich erkennen und der Kern gar nicht unterscheiden lässt.

Die durch Essig- und Osmiumsäure bewirkten Veränderungen der Zellen haben die grösste Aehnlichkeit mit denen, welche Alkoholzusatz hervorruft. Mit ihrem Auftreten erlöschen die Bewegungen der Zellen und es kommt in allen Theilen derselben zur Bildung neuer Formelemente. Im Hyaloplasma, dem aus Verschmelzen der Körner hervorgegangenen Körnerplasma, in den Kernanlagen, blassen Kernen und auch in den Stromalücken glänzender Kerne entstehen Körnchen, kurze und zum Theil auch längere Fäden und in den Kernanlagen mitunter auch Stromatheile und eine Hülle von ähnlicher Beschaffenheit wie in den präformir-

ten Kernen, so dass die neugebildeten Kerne den letzteren gleichen oder sich wenigstens nicht auffallend von ihnen unterscheiden. Am dichtesten stehen die neugebildeten Körnchen und Fäden in der Regel in den aus Kernanlagen und blassen Kernen unter Einwirkung der genannten Reagentien hervorgegangenen Kernen, meist weniger gleichmässig dicht im Körnerplasma, während im Hyaloplasma nur eine zarte Granulirung und auch nicht in allen Zellen auftritt. Häufig bildet sich um das Hyaloplasma und Körnerplasma eine wechselnd derbe, nicht immer vollständige Hülle, aber auch beim Fehlen einer solchen ist das letztere vom Hyaloplasma immer deutlich abzugrenzen, da eine Vermischung beider Substanzen nicht eintritt. Besonders hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, dass nur das Stroma von Kernen, welches bereits einen matten Glanz besitzt unter dem Einfluss der (officinellen, nicht verdünnten) Essigsäure mitunter schärfer vortritt und ausserdem nicht weiter verändert wird, dass dagegen in Kernen mit noch blassem, undeutlich vortretenden derberen Stroma dasselbe zwar zunächst schärfer kontourirt wird, aber rasch wieder schwindet, während nachträglich dicht gestellte Körnchen oder diese wie feine und meist kurze Fäden sich aus der homogen gewordenen Kernsubstanz, oder aus der Substanz einzelner, noch verschwommen sichtbarer Stromatheile differenziren. Ebenso werden durch die Säure einzelne derbere knotige Bildungen des glänzenden Stromas und der Hülle aufgehellt, erhalten eine Höhlung, in welcher mitunter ein Paar Körnchen suspendirt sind; es scheint danach, dass bei Umwandlung des blassen in ein glänzendes Stroma die Theile des letzteren nicht vollständig die chemische Umwandlung erfahren haben, welche sie gegen die Einwirkung der Säure widerstandsfähig macht. Schon der Umstand, dass Körner wie Körnchen nach ihrer Verflüssigung eine Vergrösserung der Kernanlage bewirken und somit indirekt an Bildung von Stroma und Hülle der glänzenden Kerne sich betheiligen oder auch direkt miteinander zur Bildung der Hülle verschmelzen können, weist darauf hin, dass sie eine Substanz enthalten, welche mit der der Kernanlage identisch ist oder ihr wenigstens sehr nahe steht und die gleichen Veränderungen bei Bildung der Hülle und des Stroma glänzender Kerne erfährt. Dem entsprechend werden auch durch Essigsäure, Osmiumsäure und Alkohol Körner und Körnchen in ähnlicher Weise wie die Kernanlagen und blassen Kerne verändert, während das ihnen seinem Brechungsvermögen nach viel näher stehende glänzende Kernstroma durch diese Reagentien nicht wesentlich verändert wird.

Ueber das Verhalten der Kerne zu Essigsäure sind zuerst von Auerbach genaue Angaben gemacht worden[1]). In Lösungen von 0,08—1 Proc. lässt nach ihm die Essigsäure die vorhandenen Differenzirungen stärker vortreten, indem die Wandung, Nucleoli und Körnchen dunkler und stärker brechend werden, ohne dass aber der Kern als Ganzes eine Form- und Volumensveränderung erfährt. Nur am Nucleolus ist eine mässige Volumensverminderung und häufig auch eine Formveränderung zu konstatiren, insofern sehr verlängerte, spitz ausgezogene Nucleoli gewöhnlich sich zu einer rundlich-polygonalen, wenn nicht kugelförmigen Gestalt zusammenziehen. Ein Granulirtwerden der Kerne durch Präcipitation von Albuminaten nahm Auerbach nicht wahr, die hervortretenden dunklen Körnchen sind in der Hauptsache nichts Anderes als die auch schon am lebendigen Kern vorhandenen, wenn auch sehr blassen Kügelchen, welche unter dem Einfluss der Essigsäure etwas schrumpfen und öfter auch theilweise zusammenbacken. Doch will Auerbach die Möglichkeit nicht bestreiten, dass sich unter die ursprünglichen Körnchen auch neu präcipitirte mischen. Bei höheren Koncentrationen der Säure werden die Körnchen wieder etwas blasser, während der Nucleolus sein homogenes, dunkles Aussehen verliert, eine lichte Mitte und einen dunklen Rand bekommt, ohne dass sich aber eine scharf begrenzte innere Höhlung nachweisen liesse. Der dunkle Kontour ist oft nicht kreisförmig geschlossen, sondern wie zerrissen, so dass dem Umfang des hellen, blassen, etwas aufgeschwollenen Nucleolus mehrere dunkle Knötchen aufsitzen, die sich weiterhin abzulösen scheinen. Bei Anwendung verdünnterer Säuremischungen treten Erscheinungen ein, wie nach Verdünnung der Untersuchungsflüssigkeit durch Wasser, es kommt zuerst zur Schrumpfung und Formveränderung der Kerne unter Austreten hyaliner Tropfen und nachträglich zur Quellung der Kernwandung, der Nucleolen und Körnchen und zur Umwandlung der Kerne in völlig homogene Kugeln.

Die Angaben Auerbach's bezüglich der Wirkung stärker koncentrirter Säure lassen sich nur mit den an glänzenden Kernen aber nicht mit den an Kernanlagen und blassen Kernen von mir wahrgenommenen Veränderungen vergleichen und in Betreff der glänzenden Kerne scheinen die von Auerbach und mir an Kernkörperchen gemachten Befunde, wenn sie auch

[1]) Organologische Studien, 1. Heft, S. 40.

nicht ganz übereinstimmen, doch im Wesentlichen auf dem gleichen Vorgang zu beruhen. Dagegen wurde von mir die Abscheidung von Körnchen zwischen den vorhandenen Stromatheilen in einer Anzahl Kerne wahrgenommen. Auch in den Leukocyten von Batrachiern treten Hülle und Innenkörper der Kerne auf Einwirkung der Säure nicht nur schärfer und glänzender hervor, sondern es findet gleichzeitig auch eine Neubildung von Formelementen statt, so dass vorhandene Lücken der Hülle sich schliessen, während die Körnchen und Fäden des Protoplasma Veränderungen erfahren die zur Neubildung von Kernen führen können.

In den Kernen von Ovarieneiern der Najaden sah Flemming [1]) bei Einwirkung der Essigsäure mit einem Schlage reichliche Stromagerüste auftreten die bei stärkerer Koncentration der Säure unter einiger Quellung des ganzen Kerns quellen und verblassen, bei schwächerer Koncentration derselben sichtbar bleiben unter mässiger Schrumpfung des Kerns.

Es ruft nach den mitgetheilten Befunden die Essigsäure nicht blos nach ihrem Koncentrationsgrade verschiedene Veränderungen hervor, sondern die Art der letzteren wird ausserdem auch bedingt durch die Beschaffenheit der Kerne.

Flemming bezweifelt [2]), dass sich im Krebsblute kernlose Zellen finden in denen der Kern sich spontan oder unter Einwirkung elektrischer Ströme entwickelt. Nach ihm lässt sich der Vorgang mindestens ebenso gut als ein Hervortreten von Kernen auffassen, die vorher schon angelegt und nur so blass waren, dass man sie nicht sah. Bei Essigsäurezusatz tritt momentan in jeder Zelle ein Kern hervor.

Schon aus den früher von mir gemachten, von Flemming citirten Angaben geht ohne Weiteres hervor, dass die Vermuthung Flemming's vollkommen unbegründet ist und von ihm überhaupt nicht hätte aufgestellt werden können, wenn er die ersteren berücksichtigt, den Vorgängen bei und nach Einwirkung der Essigsäure einige Aufmerksamkeit geschenkt und sich die Mühe genommen hätte die Essigsäurekerne mit den Kernen zu vergleichen, welche sich spontan (ohne nachweisliche Ursache) oder unter Einwirkung inducirter Ströme entwickelt haben.

Ich habe gefunden, dass 1) im Krebsblut sehr vereinzelt Zellen vorkommen, welche in ihrer ganzen Ausdehnung von einem

---

[1]) l. c. S. 103.

[2]) l. c. S. 88.

Reiserwerk von Fäden durchsetzt sind, die während der Beobachtung langsam sich vollziehende Aenderungen ihres Brechungsvermögens wahrnehmen lassen, sich verdicken, von einander abschnüren, ohne dass es aber zur Bildung eines Kerns kommt. Ein solcher ist auch nicht in Form eines blassen homogenen Körpers angelegt, entsteht aber sofort unter Verflüssigung des Fadenwerks nach Einwirkung inducirter Ströme. 2) In der überwiegend grossen Mehrzahl der Körner- und Körnchenzellen ist eine Kernanlage enthalten die als besonderer und vom Hyaloplasma wohl unterschiedener Körper überall da deutlich vortritt, wo sie an körner- und körnchenfreies Hyaloplasma grenzt. Die Kernanlage ist bald homogen, bald zu blassen und feinen Körnchen und Fäden in der Peripherie oder in ihrer ganzen Dicke differenzirt und wandelt sich in einen glänzenden oder zunächst in einen blassen Kern mit in manchen Zellen veränderlichem Stroma und Hülle um. Dass Stroma und Hülle aber in der Kernanlage nicht präexistirt haben, sondern neugebildet sind, lehrt schon die einfache Beobachtung der Verflüssigung einzelner Stromatheile und die Neubildung anderer. In manchen Kernen ändert sich das Stroma so vollständig, dass es in keinem Kernabschnitt mehr die frühere Beschaffenheit darbietet und erst, wenn seine Theile anfangen sich zu verdichten, persistiren sie und werden allmählig glänzend. Es besitzt demnach die Substanz der Kernanlagen die Fähigkeit sich zur Bildung eines derberen, blassen, aber deutlich unterscheidbaren Stromas zu verdichten das seinerseits weitere Veränderungen eingehen kann. Wenn nun aus einer Kernanlage sich nicht zunächst ein blasser, sondern gleich ein glänzender Kern entwickelt, so ist zu vermuthen, dass in analoger Weise sich auch das glänzende Stroma aus der Substanz der Kernanlage, durch Verdichtung derselben nach bestimmten Richtungen, entwickelt.

Da aber die Analogieschlüsse überhaupt und mithin auch die Flemming'schen „vernunftgemässen“ nicht immer zuverlässig sind, so wird es nicht überflüssig sein festzustellen, unter welchen Verhältnissen ein präsumptives, präexistirendes aber unsichtbares Stroma deutlich vortreten kann. Das Unsichtbarsein desselben kann selbstverständlich nur dadurch bedingt sein, dass die Substanz, welche die Lücken des Stroma erfüllt das gleiche Brechungsvermögen besitzt, wie das letztere selbst. Es kann mithin das Stroma erst dann wahrgenommen werden, wenn entweder sein Brechungsvermögen zu- oder das der Zwischensubstanz abgenom-

men hat. An eine Abnahme des Brechungsvermögens der Zwischensubstanz die mit ihrer Aufhellung das bereits vorhandene, sich selbst nicht verändernde Stroma frei vortreten liesse, ist schon desshalb nicht zu denken, weil das Brechungsvermögen der derberen, glänzenden Stromatheile ein beträchtlich stärkeres ist als das von unveränderten Kernanlagen, so dass sie innerhalb der letzteren gesehen werden müssten. Da dies nicht der Fall ist, vielmehr gleichzeitig mit Vortreten des glänzenden Stromas das ganze Kerninnere sich aufhellt, bleibt nur die Annahme übrig, dass, wie das blasse, so auch das glänzende Stroma aus einer Differenzirung der Substanz der Kernanlage hervorgeht und dass dies der Fall ist, ergiebt sich auch in unzweideutiger Weise aus dem Folgenden.

1) In einer Reihe von Fällen vergrössert sich die Kernanlage auf Kosten der verflüssigten Substanz der Körner und Körnchen beträchtlich, ohne dass aber bei Bildung des Kerns 2 Membranen auftreten, wie es nach der Voraussetzung von der Präexistenz des Stromas der Fall sein müsste. In anderen Fällen entsteht die Membran durch direkte Verschmelzung von Körnern und Körnchen, also ebenfalls ausserhalb der Kernanlage und auch dann ist von einer zweiten, aus der Peripherie der letzteren selbst entstandenen Membran nichts zu sehen. Die aus verschmolzenen Körnern und Körnchen gebildete Hülle behält noch einige Zeit die eigenthümliche gelbliche Färbung der letzteren und dokumentirt auch dadurch ihre Abstammung von denselben.

2) Nur ein Theil der Zellen enthält homogene Kernanlagen, in anderen Zellen sind die letzteren bald nur in der Peripherie, bald in ihrer ganzen Dicke von feinen und blassen Körnchen und von meist kurzen, zum Theil mit den letzteren zusammenhängenden Fäden durchsetzt, deren Vorhandensein allein schon bei der Dichte ihrer Stellung das gleichzeitige Vorhandensein eines anderen, derberen, unsichtbaren Stromas ausschliesst. Unmittelbar vor und bei Bildung des derberen Stromas schwinden die Körnchen und Fäden.

3) Flemming giebt an, dass er nach Essigsäurezusatz den Kern in keiner Zelle vermisst hat. Die Thatsache ist richtig und von mir überhaupt nicht in Zweifel gezogen worden, aber der Schluss, den Flemming daraus gezogen hat, ist falsch. Wenn Flemming genauer auf die Beschaffenheit der Kerne geachtet hätte, würde ihm nicht entgangen sein, dass sich unter ihnen in wechselnder Zahl solche finden, deren Inneres ganz von gleichmässig dicht gestellten Körnchen ausgefüllt wird und die

weder eine Hülle noch ein derberes Stroma besitzen. Solche Kerne finden sich unter den in den Krebsblutkörpern präformirten Kernen überhaupt nicht und dieser Befund allein hätte hingereicht, um Flemming zu zeigen, dass es nicht genügt, das Vortreten von Kernen in allen Zellen zu konstatiren, sondern dass es sich darum handelt den Vorgang bei Einwirkung der Säure zu verfolgen und festzustellen ob und in wie weit die vorgetretenen Kerne präformirten gleichen.

4) Auf Zusatz von Safranin, Magdalaroth und Methylviolett zum Blut werden nach einiger Zeit die Kernanlagen schwach und gleichmässig gefärbt, es wird aber in denselben kein derberes Stroma sichtbar gemacht, welches zwar vorhanden aber ohne die Färbung nicht zu unterscheiden gewesen wäre. Wie die Lebensthätigkeit der Zellen überhaupt durch die genannten Farbstoffe herabgesetzt wird, so tritt auch geraume Zeit später als es sonst der Fall ist die Differenzierung in der gefärbten Kernanlage und die Bildung eines derben und gefärbten Stromas ein.

6) Wirkung von Liq. Kali caustic.

Auf Zusatz eines kleinen Tropfens Liq. Kali c. zum Blutpräparat quellen Körner- und Körnchenzellen rasch auf, werden homogen und da mitunter ihre Kontouren vollständig schwinden, scheint es als hätten sie sich ganz aufgelöst. Indessen handelt es sich nur um einen höheren Quellungsgrad, wodurch das Brechungsvermögen der Zellen so herabgesetzt wird, dass sie von der umgebenden Flüssigkeit nicht mehr geschieden werden können. Es geht dies aus dem Verhalten einzelner, unverändert gebliebener Körnchen hervor, die bei Strömungen in der umgebenden Flüssigkeit ihre gegenseitige Lage nicht verändern, wie es der Fall sein müsste, wenn eine völlige Auflösung stattgefunden hätte. Andere Male bleiben die Zellkontouren, wenn auch sehr blass und zart, doch noch sichtbar, es kann sogar nachträglich längs eines Theils des Umfangs der Zelle zu einer Wiederverdichtung ihrer Peripherie zur Bildung eines deutlich vortretenden, im Durchschnitt faserartigen Saums und in ihrem Innern stellenweise zur Abscheidung und Anhäufung blasser, dicht gestellter Körnchen kommen.

Freie, nicht in Zellen eingeschlossene Kerne quellen, verblassen und werden unter allmähligem Schwinden ihrer Strukturen vollkommen homogen, ihre Kontouren bleiben aber sichtbar. Ebenso werden sie auf Zusatz von Ammoniak homogen, erhalten aber

auf nachträglichen Zusatz von Essigsäure wieder ein glänzendes scharf gezeichnetes Stroma mit Hülle.

7) Wirkung von kohlensaurem Natron.

Auffallende Aenderungen in dem Ablauf der Umbildungen der Zellen treten nach Zusatz einer 2 procentigen Lösung nicht ein; nur bleiben lebhaftere Bewegungen derselben und eine erhebliche Volumenszunahme aus. Stroma und Hülle freier Kerne verblassen innerhalb zweier Stunden etwas, verschwinden aber nicht.

Nach Zusatz von koncentrirter Sodalösung verbacken in den Körnerzellen die Körner zu einer kompakten Masse, welche die Kontouren der einzelnen Körner nur noch undeutlich erkennen lässt, dann weichen die letzteren auseinander und verflüssigen sich, zum Theil unter Bildung von Vakuolen, während gleichzeitig die Kernanlage quillt und mit der aus der Verflüssigung der Körner hervorgegangenen Substanz verschmilzt, so dass sie von derselben nicht mehr gesondert werden kann. Während ihres Auseinanderweichens und bei der Vakuolenbildung tritt eine Vergrösserung der Körner nur ausnahmsweise ein. Das ganze Innere der Zelle wird jetzt von einem homogenen oder sehr blassgranulirten Körper eingenommen der nur vereinzelte glänzende Körnchen einschliesst und an Umfang die frühere Kernanlage mit der Körnerschicht mehr oder weniger beträchtlich übertrifft. Unmittelbar auf Zusatz der Lösung erhält das Hyaloplasma schärfere Kontouren und schrumpft etwas, dann verblassen die Kontouren wieder, das erstere wird mitunter sehr blass und fein granulirt, stachliche Fortsätze verschmelzen zu kolbigen Gebilden, neue, umfangreiche Fortsätze treten vor und die Bildung und Rückbildung derselben erfolgt mitunter nach Zusatz der Lösung sogar lebhafter als vorher, bis die Bewegungen schon während oder nach Verflüssigung der Körner ganz erlöschen. In ganz entsprechender Weise verändern sich die Körnchenzellen, nur lässt sich selbstverständlich bei der Kleinheit der Körnchen nicht ermitteln ob es bei ihrer Verflüssigung ebenfalls zur Bildung von Vakuolen kommt. — Die freien wie die in Zellen eingeschlossenen Kerne quellen und werden homogen. Starke elektrische Ströme rufen in den Zellen nach Verschmelzung der Kernanlage mit der Substanz der verflüssigten Körner keine Veränderungen hervor.

Auf wiederholtes Drainiren des mit der Sodalösung ver-

mischten Bluts durch destillirtes Wasser entstehen in der Flüssigkeit körnige Niederschläge und die in denselben eingeschlossenen Zellen haben zum Theil eine veränderte Beschaffenheit erlangt. Das homogene oder fein granulirte Hyaloplasma hat in einer Anzahl Zellen eine deutliche Hülle erhalten und schliesst jetzt statt des homogenen oder blass granulirten, aus Verschmelzung der Kernanlage mit der Substanz der verflüssigten Körner hervorgegangenen Gebildes einen etwas kleineren Kern von wechselnder Beschaffenheit und von meist runder oder ovaler Form ein. Ein Theil dieser Kerne besitzt eine glatte, etwas glänzende, nicht sehr derbe und mitunter unvollständige Membran die in der Regel keine oder nur spärliche Verbindungen mit den Fäden des Kerninnern eingeht. Die blasskörnige Substanz des letzteren enthält mitunter nur blasse, feine, z. Theil verzweigte Fäden in wechselnder Zahl oder vereinzelte derbere Stränge und Knoten, in anderen Kernen dagegen finden sich zu einem zierlichen Gerüst verbundene und verhältnissmässig weite Maschen einschliessende Fäden. Dabei nehmen sehr häufig die einzelnen Fäden wie die Gerüste nicht das ganze Kerninnere ein, sondern finden sich vorwiegend oder ausschliesslich in den centralen, der ursprünglichen Kernanlage entsprechenden Abschnitten, so dass dann innerhalb eines durch eine Membran abgegrenzten, an Grösse die ursprüngliche Kernanlage noch bis um das Doppelte — 4fache übertreffenden Kerns ein kleinerer zu liegen scheint, der von dem ersteren durch eine Substanzschicht getrennt wird die keine oder nur spärliche geformte Theile enthält. Wenn statt isolirter Fäden ein Fadengerüst vorhanden ist, wird dasselbe nicht durch eine besondere Membran begrenzt, sondern die Gerüstfäden laufen nach Aussen frei aus.

In gequollenen und homogen gewordenen freien Kernen kommt es zwar zu einer Differenzirung ihrer Substanz und häufig zur Bildung einer ziemlich derben Hülle, aber ihr Inneres zeigt meist kein Stroma von gewöhnlicher Beschaffenheit, sondern wird ziemlich dicht und gleichmässig körnig.

In Folge des Zusatzes von koncentrirter Sodalösung zum Blut verschmilzt demnach nicht nur die gequollene Kernanlage mit der aus den Körnern hervorgegangenen Plasmaschicht, sondern ihre Substanz verliert auch die Fähigkeit sich zur Bildung eines Stromas und einer Hülle zu verdichten. Wird aber das mit der Sodalösung vermischte Blut stark mit Wasser verdünnt, so bildet sich zwar ein Kern, aber nicht allein aus der Kernanlage,

sondern der ganze, aus dieser und dem Körnerplasma gebildete Körper wandelt sich in einem Theil der Zellen wenigstens in einen Kern um. Derselbe zeigt aber, abgesehen von seiner viel beträchtlicheren Grösse, häufig insofern eine andere Beschaffenheit als präformirte Kerne, als eine Membran nicht immer vorhanden ist und die Fäden oder das Fadengerüst des Innern sich vorwiegend oder ausschliesslich in den inneren Abschnitten finden, welche der ursprünglichen Kernanlage entsprechen. Es hat dann die Substanz des Körnerplasmas, obschon sie sich von der Kernanlage nicht mehr sondern lässt, nicht oder nur in beschränkter Ausdehnung die Veränderungen erfahren, welche sie befähigen, nach Verdünnung der Sodalösung sich zur Bildung von Stromatheilen zu verdichten oder diese Veränderungen sind nur in der Peripherie eingetreten und haben zur Bildung einer Membran geführt.

Während in den Krebsblutkörpern die Bildung eines Kerns aus der Kernanlage durch Zusatz einer 2procentigen Sodalösung zum Blut nicht verhindert wird, das Stroma freier Kerne im Verlaufe zweier Stunden zwar verblasst aber nicht verschwindet, beobachtete Zacharias[1]), dass die Kerne der Epidermiszellen von Tradescantia, nachdem dieselben der Einwirkung von künstlichem Magensaft ausgesetzt worden sind, in selbst stark verdünnter Sodalösung momentan aufquellen und verschwinden. Sofortiger Zusatz von Salzsäure stellt die früheren Formverhältnisse wieder her; dies ist jedoch nicht mehr der Fall, wenn die Sodalösung mehrere Stunden hindurch eingewirkt hat, die Kerne sind dann vollständig in Lösung übergegangen.

8) Wirkung von Chlornatrium.

Setzt man dem Blutpräparat einen Tropfen einer 5procentigen Kochsalzlösung zu, so schrumpfen die Körner- und Körnchenzellen ziemlich beträchtlich, das Hyaloplasma erhält ein glänzendes, hie und da etwas granulirtes Aussehen, sehr scharfe Kontouren und die spitzen Ausläufer ein stachliches, starres Aussehen. Gleichzeitig verschmelzen oder verbacken die Körner und Körnchen untereinander zu einer homogenen, gelblichen, glänzenden Scholle oder zu mehreren scholligen Gebilden deren Oberfläche durch

---

[1]) Botanische Zeitung Nr. 11, 1881.

höckerige oder leistenförmige Erhabenheiten ein unregelmässiges Aussehen erhält und in welchen einzelne Körner und Körnchen gar nicht mehr oder nur stellenweise noch unterschieden werden können. Auch die Kernanlage erhält einen stärkeren Glanz und wenn sie eine körnig-fädige Beschaffenheit besass, ein mehr homogenes Aussehen. Nicht in allen Zellen wird nach Zutritt der Salzlösung die Körner- und Körnchenschicht in dieser Weise verändert und selbst nach Verlauf einer halben Stunde findet sich häufig eine wechselnde Anzahl von Zellen in denen Körner und Körnchen das gewöhnliche Aussehen darbieten. Früher oder später nach Verwandlung der Zelle in einen glänzenden unregelmässig gestalteten Körper werden die Schollen vakuolisirt oder sondern sich wieder zu Körnern und Körnchen die nach Form und Grösse von den ursprünglich vorhandenen häufig abweichen und in ähnlicher Weise, wie in nicht durch Zusatz der Salzlösung veränderten Zellen unter Vakuolenbildung oder unter Zerfall zu Körnchen oder unter zunehmender Verkleinerung sich verflüssigen und schwinden. Auch die Anfangs zurückbleibenden Körnchen verflüssigen sich nachträglich zu einem grösseren oder geringeren Theil. Die Kernanlage erfährt zunächst und ganz unabhängig von den Veränderungen der Körner und Körnchen eine mässige Quellung, wie sich dies in sehr auffallender Weise an einer Kernanlage zeigte, welche bei der anfänglichen Schrumpfung der Zelle aus derselben ausgedrückt wurde, sich unter mässiger Quellung abrundete, aber dann sich nicht weiter veränderte. Nach der anfänglichen, durch die Einwirkung der Salzlösung bewirkten Quellung erfährt dagegen die Kernanlage eine weitere und viel beträchtlichere Grössenzunahme durch Aufnahme des grössten Theils des aus der Verflüssigung der Körner und Körnchen hervorgegangenen Materials und gleichzeitig verliert das Hyaloplasma sein glänzendes Aussehen wieder, zieht die Fortsätze ein und treibt blasse hyaline Buckel vor.

Vor oder während ihrer Vakuolisirung sondern sich die Schollen wieder zu den Körnern aus denen sie gebildet wurden oder zu anderen die oft eine beträchtlichere Grösse als die ursprünglich vorhandenen und unregelmässige, z. Theil stäbchenartige Formen besitzen. Die Vakuolisirung erfolgt häufig allmählig, indem nur in wenigen Körnern sich gleichzeitig Vakuolen bilden die mitunter $\frac{1}{2}$ Stunde unverändert fortbestehen, während es eine Stunde und länger dauert bis der ganze Prozess abgelaufen und an Stelle der ganz oder zum grössten Theil ge-

schwundenen Körner eine mehr oder minder mächtige Körnchenschicht getreten ist auf deren Kosten die Kernanlage sich dann noch mehr vergrössert. Bei langsamer Vakuolisirung verschmelzen und vergrössern sich die Körner selten und die Vakuolen schliessen sich unter Hinterlassen einiger Körnchen oder schwinden, indem die Vakuolenhülle allmählig verblasst und sich verflüssigt. Wenn dagegen die Vakuolisirung rasch vor sich geht, sondert sich die Masse der Schollen in ihrer ganzen Ausdehnung zu Gebilden, welche zum grossen Theil die Körner an Grösse übertreffen, durch nachträgliches Verschmelzen sich noch weiter vergrössern und an Umfang Gruppen von 8—10 Körnern entsprechen. Diese Körper erlangen zunächst häufig ein körniges Aussehen, wie es auch nicht vergrösserte Körner mitunter vor der Vakuolisirung darbieten, worauf eine grosse Anzahl kleiner Vakuolen entsteht, die rasch miteinander zur Bildung einer einzigen oder von ein Paar grossen Vakuolen verschmelzen. Ganz ebenso wie an nicht vergrösserten vakuolenhaltigen Körnern zieht sich die Vakuolenhülle plötzlich ruckweise zusammen, es entsteht wieder ein solider aber kleinerer Körper der von Neuem vakuolisirt wird und sich abermals zusammenzieht bis dann nach Schwund der Mehrzahl der Körper in den übrig bleibenden die Vakuolisirung und der Schwund langsamer ablaufen. Nachträglich verflüssigt sich noch der grösste Theil der von den vakuolisirten Körpern zurückgebliebenen Körnchen.

Die Veränderungen der Körner nach Zusatz der Salzlösung zum Blut sind demnach insofern verschieden von denen in unverändertem Blut, als einmal sich aus der Masse der verschmolzenen Körner häufig Gebilde differenziren, welche die letzteren an Grösse beträchtlich übertreffen und ausserdem die Vakuolisirung und der Schwund derselben sich häufig sehr rasch, in wenigen Sekunden vollziehen. Der Vorgang bei der Vakuolisirung selbst ist ganz derselbe wie in Zellen aus nicht mit Salzlösung vermischten Blute. Die frei im Blute suspendirten Körner vakuolisiren sich auch dann nicht, wenn nachträglich dem Blute Wasser zugesetzt wird. Wie in Zellen von nicht mit Salzlösung vermischtem Blute kommt es auch hier an einzelnen Körnern oder an kleinen Gruppen derselben zur Verflüssigung der Kornsubstanz in Form kleiner, disseminirter Heerde, so dass die nicht verflüssigten Theile als Körnchen und kurze, feine Fäden zurückbleiben, die Anfangs noch eine gelbliche Färbung besitzen, später dagegen dieselbe

und ihren Glanz verlieren. Seltener wurde eine von Aussen nach Innen fortschreitende Verflüssigung der Kornsubstanz an einzelnen oder an zahlreichen Körnern derselben Zelle beobachtet, so dass das Korn ohne vakuolisirt oder körnig zu werden sich zunehmend verkleinerte.

Während der Verflüssigung der Körner erfährt die gequollene Kernanlage eine weitere und meist sehr beträchtliche Volumenszunahme die entsprechend der rasch oder langsam vor sich gehenden Verflüssigung der Körner sich bald rasch bald langsam entwickelt und dadurch bewirkt wird, dass die verflüssigte Substanz der Körner und der grösseren Körper mit der Kernanlage verschmilzt und dass nachträglich auch die bei Verflüssigung der ersteren zurückgebliebenen Körnchen sämmtlich oder zum grössten Theil verblassen und ebenfalls mit der Kernanlage verschmelzen. Die letztere vergrössert sich in ganz entsprechender Weise wie nach Zusatz von kohlensaurem Natron zum Blut durch Apposition neuer Schichten und mitunter so rasch, dass ihr Durchmesser bereits nach Verlauf einer halben Minute den anfänglichen bis um das Dreifache übertrifft und sie fast den ganzen Raum einnimmt der früher von der Kernanlage und von der Körnerschicht eingenommen war und theils unmittelbar an das Hyaloplasma grenzt, theils nur durch schmale Streifen oder einzelne rundliche Anhäufungen von Körnchen von demselben getrennt wird. Mit ihrer Vergrösserung nimmt die Kernanlage immer eine regelmässige runde oder ovale Gestalt an und ihr Inneres ist homogen bis auf die centralen Abschnitte, welche ziemlich häufig von einer bald kleineren bald grösseren Anhäufung mehr oder weniger dicht zusammengedrängter blasser Körnchen und Fäden eingenommen werden die bald einen unregelmässig gestalteten in einzelne zackige Fortsätze ausstrahlenden Haufen bilden, bald zu einzelnen Zügen angeordnet sind. Die Vergrösserung selbst kommt ganz in der früher geschilderten Weise zu Stande, ist aber in ihrer Entstehung an den Salzzellen leichter zu verfolgen, weil Bewegungen der Zelle nicht oder nur in sehr beschränktem Grade stattfinden und die Körner sich nicht verschieben und auseinanderrücken. Ein gleichmässiges Wachsthum der Kernanlage tritt immer dann ein, wenn gleichzeitig eine grössere Anzahl der dieselbe umschliessenden Körner sich auf die eine oder andere Weise verflüssigt. Abgesehen von einzelnen nachträglich noch schwindenden Körnern wird dann die vergrösserte Kernanlage umschlossen von einem wechselnd breiten Saum von

Körnchen und Fäden die bei der Verflüssigung der Körner zurückgeblieben sind. Die der Oberfläche der Kernanlage unmittelbar anhaftenden Körnchen und Fäden treten bei dichter Aneinanderlagerung nicht selten unter der Form einer zarten, etwas gelblichen glänzenden Hülle hervor, deren Beschaffenheit mit der Einstellung wechselt und die von der Fläche gesehen, ein fein und dicht granulirtes oder körnig-fädiges Aussehen darbietet. Man ist von vornherein geneigt, diese Hülle als eine stabile Bildung anzusehen, indessen zeigt sich bei weiterer Beobachtung, dass dies nicht der Fall ist, dass die Hülle sich nicht nur entfärbt und verblasst, sondern auch ihre Beschaffenheit ändert, indem körnige Abschnitte fädig, fädige körnig werden um schliesslich mit der Kernanlage zu verschmelzen. Auf diese Weise schwindet häufig, indem eine Körnchenlage nach der andern mit der Kernanlage verschmilzt, der grösste Theil der von den Körnern zurückgelassenen Körnchenschicht und es grenzt dann die Kernanlage mit dem grössten Theil ihres Umfangs unmittelbar an das Hyaloplasma, ist aber von demselben durch ihr stärkeres Brechungsvermögen deutlich zu sondern. In ungleichmässiger Weise erfolgt das Wachsthum der Kernanlage, wenn an verschiedenen Stellen einzelne Körner oder kleine Gruppen derselben sich verflüssigen und schwinden. Die entstandenen und Anfangs noch theilweise von zurückgebliebenen Körnchen ausgefüllten Lücken lassen sich von der Substanz der Kernanlage nicht trennen, erscheinen einfach als Fortsätze derselben die zapfenartig zwischen die benachbarten, noch unveränderten Körner ausgreifen. Indem auch die letzteren sich verflüssigen und mit der Kernanlage verschmelzen, wird die Begrenzung der letzteren wieder eine gleichmässigere bis sich von Neuem unter Verflüssigung restirender Körner Fortsätze der Kernanlage entwickeln und auf diese Weise allmählig der grösste Theil der Körner schwindet und nachträglich auch die von den letzteren zurückgelassene Körnchenschicht. Der auf diese Weise entstandene umfangreiche, aus der ursprünglichen Kernanlage und aus dem Körner- und Körnchenplasma entstandene Körper ist ganz homogen und in selteneren Fällen ist die erstere durch eine zarte Membran vom umschliessenden Körner- oder Körnchenplasma abgegrenzt oder zeigt nach Verlauf von 2 Stunden ein bald nur verschwommen bald deutlicher vortretendes zierliches, meist ziemlich spärliches Stroma in Form einzelner feiner Bälkchen oder weitmaschiger Netze.

Das durch Zusatz der Salzlösung zum Blut starr und

glänzend gewordene Hyaloplasma verändert seine Beschaffenheit bald schon während der Vakuolisirung der Körner und der Vergrösserung der Kernanlage, bald erst nachdem die Veränderungen im Innern der Zellen abgelaufen sind. Unter Schwinden des glänzenden Aussehens werden die Fortsätze eingezogen, die Kontouren runden sich ab und es werden dann an einer oder an mehreren Stellen blasse, hyaline Buckel vorgetrieben die sich langsam vergrössern, mitunter zu umfangreicheren, lappigen Gebilden verschmelzen und, nachdem sie eine bestimmte Grösse erreicht haben, sich nicht weiter verändern, sich nicht wieder zusammenziehen und weder ein granulirtes Aussehen noch eine Hülle erhalten, wie es bei den im unvermischten Blut enthaltenen Zellen sehr häufig der Fall ist. Von den letzteren unterscheiden sich ausserdem die Salzzellen einmal durch die Trägheit der Bewegungen des Hyaloplasma die nur zur langsamen Bildung von Buckeln führen und dadurch, dass Hyaloplasma und Körnerplasma sich nicht miteinander vermischen. Das Körnerplasma verschmilzt zum bei Weitem grössten Theil mit der Kernanlage die mitunter zu einem enormen Umfang anwächst und soweit dies nicht der Fall ist behalten die von den Körnern zurückgebliebenen Körnchen unverändert ihre Lage zwischen Kernanlage und Hyaloplasma bei.

In ganz analoger Weise gehen die Veränderungen in den Körnchenzellen vor sich. Die glänzenden Schollen, zu welchen die Körnchen verschmelzen, sondern sich später wieder zu einzelnen Körnchen oder zu derberen, den Körnern ähnlichen Gebilden, auf deren Kosten auch hier die Kernanlage sich in mehr oder weniger auffallender Weise vergrössert, während das Hyaloplasma verblasst und Buckel vortreibt.

In den kernhaltigen Rundzellen verblassen mit Einwirkung der Salzlösung Kernstroma und Hülle, die letzteren bekommen erst ein mattgranulirtes Aussehen und verschwinden dann, der Kern quillt auf, wird homogen und schliesst nur in seinen centralen Partieen, wie die gequollenen Kernanlagen in Körner- und Körnchenzellen, einen unregelmässig gestalteten Haufen einer feinkörnig-fädigen, blassen Substanz ein. Da die Vergrösserung des Kernes hier nur durch seine Quellung bedingt wird, bleibt sie viel weniger beträchtlich, als in den Körner- und Körnchenzellen, in denen es sich nicht blos um Quellung, sondern um Verschmelzung der gequollenen Kernanlagen mit Körner- und Körnchenplasma handelt.

Weder in den Zellen, die ursprünglich einen Kern besassen, noch in der grossen Mehrzahl der Zellen, deren Körner- und Körnchenplasma mit der gequollenen Kernanlage verschmolzen ist, kommt es nachträglich zur Bildung eines Kernstromas. Auch nach Verlauf mehrerer Stunden sind die Zellen noch ganz unverändert. Das Körner- und Körnchenplasma verschmilzt zwar so mit der Kernanlage, dass sich eine Grenze zwischen beiden nicht mehr ziehen lässt, da sie das gleiche Aussehen und das gleiche Brechungsvermögen besitzen, indessen folgt daraus natürlich nicht, dass die Substanz der Körner und Körnchen bei Verflüssigung derselben auch die gleiche chemische Constitution wie die Kernanlage erlangt hat. Da aber im unvermischten Blute aus der Substanz der Körner und Körnchen sich die Kernhülle bilden kann oder ausser dieser auch noch Stromatheile, und da beide mit gleich beschaffenen Stromatheilen zusammenhängen welche sich aus der Substanz der Kernanlage entwickelt haben, so ist nicht zu bezweifeln, dass Körner und Körnchen, wenn sie mit einander zur Bildung der Hülle und peripherer Stromatheile verschmelzen, die gleiche Beschaffenheit besitzen oder erlangen, wie das Stroma und die Hülle von Kernen, welche ausschliesslich aus Differenzirung der Substanz der Kernanlage entstanden sind. Der einzige nachweisliche Unterschied besteht in der gelblichen Färbung, welche die Hülle der Kerne für einige Zeit noch darbietet, wenn sie aus verschmolzenen Körnern und Körnchen hervorgegangen ist; eine solche Färbung wurde nie an der Hülle oder an Stromatheilen von Kernen beobachtet, die sich aus der Substanz der Kernanlage ohne Betheiligung der Körner und Körnchen entwickelt hatten. Einen weiteren Beleg dafür, dass die Substanz der Körner und Körnchen mit der des Kernstromas nahezu identisch ist, liefert das Verhalten des aus Verschmelzung der ersteren mit der Kernanlage hervorgegangenen Körpers nach Zusatz von Wasser wie von Essigsäure zum Blutpräparat.

Wenn man das Präparat durch Wasserzusatz und Abziehen der an den Rändern vortretenden Flüssigkeit mittelst Fliesspapier drainirt, so bleiben trotz der lebhaften Strömung die Zellen zum Theil am Deckgläschen fixirt, bieten aber ein ganz verändertes Aussehen dar. Die vergrösserten Kernanlagen erhalten rasch eine derbe, mehr oder weniger glänzende Hülle und Stroma und die Stromalücken werden von einer sehr fein und dicht granulirten Substanz ausgefüllt. Die blass körnig-fädige, ursprünglich

die centralen Partien der vergrösserten und im Uebrigen homogenen Kernanlage einnehmende Substanz kann innerhalb des neugebildeten Stroma entweder nicht mehr deutlich unterschieden werden, oder an ihrer Stelle und wie es scheint auf ihre Kosten haben sich neue und derbere Stromatheile entwickelt.

Die Beschaffenheit des Gerüsts ist im Ganzen gleichartiger als nach seiner Bildung ohne vorausgegangenen Zusatz der Salzlösung und in der Mehrzahl der Fälle haben seine Fäden und Bälkchen eine ausgesprochen radiäre Anordnung, verfeinern sich in der Richtung von der Hülle nach den centralen Partien und hängen untereinander durch mehr oder weniger zahlreiche Verbindungsfäden zusammen. In der Kernmitte befindet sich mitunter ein glänzendes glattes oder dicht granulirtes Kernkörperchen, andere Male wird das Kerninnere theilweise von einem derben Strang durchsetzt der wie das Kernkörperchen den radiären Gerüstbälkchen zum Insertionspunkt dient. An Stelle eines Gerüsts mit vorwiegend radiärer Anordnung der derberen Bälkchen finden sich in manchen Kernen Netze, welche Maschen von ziemlich gleicher Weite einschliessen oder es sind in die fein granulirte Grundsubstanz nur einzelne derbere Körner und Körnchen eingelagert. Unmittelbar nachdem das Kernstroma sich gebildet, zieht sich häufig der Kern rasch und nicht unbeträchtlich zusammen, andere Male erfolgt die Zusammenziehung langsamer und die Verkleinerung des Kerns nimmt einige Zeit hindurch stetig zu. Einige Male zerfiel das neu entstandene Gerüst bald nach seiner Bildung wieder oder wurde undeutlich.

Diese nach Einwirkung von Wasser auf die gequollenen und dann noch vergrösserten Kernanlagen entstandenen Kerne unterscheiden sich von spontan aus der Kernanlage entstandenen Kernen nur durch ihre beträchtliche und sehr auffallende Grösse und meistens ausserdem durch die radiäre Anordnung der derberen Stromatheile. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den spontan entstandenen und den in Salzzellen künstlich gebildeten Kernen besteht demnach wenigstens in morphologischer Beziehung nicht. Die in Salzzellen neu gebildeten Stromatheile lassen sich weder nach ihrer Form und Beschaffenheit noch nach ihrer Anordnung in solche scheiden, welche sich aus der Kernanlage und in solche welche sich aus dem Körnerplasma entwickelt haben und es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die peripheren und die centralen Gerüsttheile im Wesentlichen auch die gleiche oder mindestens eine ähnliche chemische Zusammensetzung besitzen die ebenso

den Substanzen zukommt, aus welchen sie sich entwickelt haben, also dem Körner- und Körnchenplasma und der Kernanlage. Neben dem Körper, welcher in den vergrösserten Kernanlagen der Salzzellen nach Einwirkung von Wasser sich zur Bildung der Hülle und der Stromatheile verdichtet, ist aber in manchen der ursprünglichen Kernanlagen noch ein Körper vorhanden, der auf Zusatz von 5 und mehrprozentiger Kochsalzlösung in Form einer unregelmässig begrenzten Anhäufung von blassen Körnchen und Fäden vortritt, die nach Bildung des Stromas nicht mehr deutlich neben den neu entstandenen Stromatheilen unterschieden werden können.

Das Hyaloplasma treibt nach Zusatz von Wasser mitunter Buckel vor, während bereits vorhandene sich mehr ausbreiten. Die Bewegungen sind träge und erlöschen nach einiger Zeit wieder. Ausserdem bildet sich um einzelne Zellen eine derbe Hülle.

Die Möglichkeit, dass überhaupt die Kernanlage sich so beträchtlich vergrössert, ist nur durch den Umstand gegeben, dass die Körner und Körnchen nach ihrer Verschmelzung, Wiederdifferenzirung und Verflüssigung eine Schicht bilden, die wohl mit der gequollenen Kernanlage verschmilzt, aber nicht mit dem Hyaloplasma, während in nicht mit Salzlösung versetztem Blut nur ausnahmsweise das Material der Körner und Körnchen ganz mit der Kernanlage verschmilzt und zur Kernbildung verbraucht wird, meistens dagegen ganz oder zum grösseren Theil sich mit dem Hyaloplasma vermischt. Durch Zusatz der Salzlösung zum Blut wird die Bewegungsfähigkeit des Hyaloplasma erst ganz aufgehoben und dann in hohem Maasse beschränkt und dasselbe unfähig gemacht, das Körner- und Körnchenplasma aufzunehmen, das nun mit der Kernanlage zu einem grossen runden oder ovalen, meist homogenen Körper verschmilzt, der sich nach Wasserzusatz rasch in einen Kern mit derber Hülle und sehr entwickeltem Stroma umwandelt.

In den freien, wie in den nur von Hyaloplasma umschlossenen, nach Zusatz der Salzlösung zum Blut gequollenen und homogen gewordenen Kernen tritt auf nachträglichen Wasserzusatz das Stroma nicht in der früheren Weise wieder vor, sondern zeigt einen anderen Charakter und wie in den aus vergrösserten Kernanlagen hervorgegangenen Kernen häufig eine radiäre Anordnung seiner Theile. Es hat demnach eine Neubildung des Stromas stattgefunden.

Nach Zusatz von 2½proz. Kochsalzlösung zum Blut erfahren die Zellen ganz ähnliche Veränderungen wie nach Zusatz der 5proz. Lösung, nur treten an einzelnen Zellen schon sehr bald wieder und ehe es zum Einschmelzen der Körner- und Körnchenschollen und zur Bildung blasser, hyaliner Buckel kommt, langsame und mit Unterbrechungen sich vollziehende Formveränderungen ein, während gleichzeitig das Hyaloplasma eine blasskörnige oder körnig-fädige Beschaffenheit annimmt und mitunter eine Hülle erhält.

Nach Zusatz konzentrirter Kochsalzlösung treten an den in glänzende, homogene Schollen verwandelten Körner- und Körnchenzellen im Verlaufe von 1—1½ Stunden entweder gar keine Veränderungen ein oder es sondern sich aus den Schollen nur einzelne Körner wieder, die sich sehr allmählig vakuolisiren und verflüssigen. Das Hyaloplasma bleibt ganz unverändert oder entwickelt sehr langsam blasse Buckel.

In Fig. 11*a*—*e* sind die an einer Körnerzelle in Fig. 12*a* bis *d* die an einer Körnchenzelle vortretenden Veränderungen abgebildet, nachdem dem Blutstropfen erst 5proz. Kochsalzlösung zugesetzt und dann das Präparat mit Wasser drainirt worden war.

In Fig. 11*b* hat sich die Körnerzelle *a* in ein glänzendes homogenes Gebilde umgewandelt; das Hyaloplasma hat scharfe Kontouren bekommen, die Körner sind zu einer stärker als das Hyaloplasma glänzenden Scholle verschmolzen, welche die ebenfalls homogen gewordene und etwas glänzende Kernanlage umschliesst. Bei *c* beginnende Sonderung der Scholle zu einzelnen sich rasch vakuolisirenden Körnern. Bei *d* ist die Kernanlage, nachdem die Körner unter Zurücklassung von Körnchen sich vakuolisirt und verflüssigt haben, theils in Folge ihrer Quellung, theils durch Aufnahme verflüssigter Substanz der Körner sehr beträchtlich vergrössert und bis auf eine strahlige Anhäufung körnig-fädiger Substanz in ihren centralen Abschnitten, homogen; sie wird am Umfang links von einer sichelförmigen Zone von Körnchen eingefasst, die bei dem Schwund der Körner zurückgeblieben sind und im Bereiche dieser Zone hat das Hyaloplasma einen grossen ovalen Buckel vorgetrieben. Nachdem die Körnchenzone in *d* sich verflüssigt hatte und zur Vergrösserung der Kernanlage verbraucht war, wurde dem Präparat Wasser zugesetzt, worauf das Bild von *e* vortrat; aus der vergrösserten Kernanlage war unter Bildung einer deutlichen Hülle und radiär angeordneter, zum Theil verästelter, in eine feinkörnige Grundsubstanz einge-

betteter Gerüstbälkchen ein grosser Kern entstanden, an dessen rechtseitigem Umfang sich ein zweiter buckelförmiger Fortsatz des Hyaloplasma entwickelt hat.

Ganz entsprechende Veränderungen hat die Körnchenzelle *a*, Fig. 12 erfahren. Dieselbe ist in ein glänzendes, scharf contourirtes Gebilde *b* umgewandelt worden und die Körnchen sind bis auf wenige zu einer glänzenden, homogenen Scholle verschmolzen, welche die ebenfalls etwas verdichtete Kernanlage einschliesst. In *c* haben sich aus der Körnchenscholle wieder einzelne Körnchen gesondert und verschmelzen dann mit der gleichzeitig etwas gequollenen, in den centralen Theilen körnigen Kernanlage. Nachdem der grösste Theil der Körnchenschicht von *c* verblasst und mit der Kernanlage verschmolzen war, das Hyaloplasma 2 grosse lappige Fortsätze vorgetrieben hatte, wurde dem Präparat Wasser zugesetzt, worauf die Kernanlage unter Bildung einer derben Hülle, eines Kernkörperchens und vorwiegend radiär gerichteter Stromatheile sich in einen Kern umwandelte.

Fig. 13. Der einseitig von einer Schicht Hyaloplasma umgebene Kern hat sich aus der vergrösserten Kernanlage einer Körnerzelle nach Wasserzusatz gebildet. Das Kerninnere zeigt die gleiche feine und dichte Granulirung und besitzt ein ähnliches Stroma wie die Kerne in Fig. 11 und 12, dagegen besteht hier die Hülle im Durchschnitt aus einer grossen Anzahl einzelner Körner und kurzer, stäbchenförmiger Bruchstücke, die durch kleine Lücken von einander getrennt sind und von denen die derberen Stromabälkchen nach Innen ausstrahlen.

Die unmittelbar nach Zusatz der Salzlösung eintretende Schrumpfung der Zellen wird ohne Zweifel dadurch bewirkt, dass denselben rasch Wasser entzogen und ihre Substanz verdichtet wird. Es können dieselben unter diesen Umständen wie Thoma[1]) an Leukocyten von Wirbelthieren beobachtete tagelang unverändert bleiben, bis mit Verdünnung der Gewebssäfte wieder lebhafte Bewegungen eintreten. Dass aber die Zellen nicht bloss Wasser abgeben, sondern auch der Charakter der Bewegungen und die Zellsubstanz selbst verändert werden, geht schon aus den Beobachtungen hervor, welche von Kühne[2]) an Myxomyceten und von

[1]) Einfluss der Concentration des Blutes und der Gewebssäfte auf die Form- und Ortsveränderungen farbloser Blutzellen. Virch. Archiv, Bd. 64.

[2]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

Thoma[1]) an den Epithelien der Zungenschleimhaut des Frosches gemacht worden sind. Kühne sah bei den Myxomyceten mit zunehmendem Salzgehalt des Wassers die Bewegungen langsamer und das Protoplasma dichter werden. Nach Behandlung mit concentrirten Kochsalz-(und Zucker-)lösungen bildeten sich keulenförmige Vortreibungen mit sehr glänzenden, glashellen Umsäumungen, an denen hie und da eine stacheliche Zerklüftung eintritt. An den Epithelien der glatten Zungenschleimhaut beobachtete Thoma bei Irrigation einer 1½proc. Kochsalzlösung die Abscheidung vakuolenähnlicher, wahrscheinlich eiweissartiger Tropfen, während von den Epithelien der Papillen ein Theil stark aufgebläht und durchsichtig wurde, der übrige Theil der Zellen dagegen sich in hohem Grade trübte und mit zahlreichen vakuolenähnlichen Gebilden füllte. Die an den Krebsblutkörpern nach der anfänglichen Schrumpfung wieder eintretenden Bewegungen des Hyaloplasma erfolgen sehr langsam und tragen nicht, wie gewöhnlich, einen wechselnden Charakter. Es werden halbkugelige oder buckelförmige Vortreibungen entwickelt, die einen sehr beträchtlichen Umfang erreichen können, während die Bildung anders geformter Fortsätze fast ganz ausbleibt. In Betreff der umfangreicheren Vortreibungen lässt sich mit Sicherheit feststellen, dass sie nicht Bildungen sind, welche aus dem Hyaloplasma abgeschieden worden sind, sondern dass das letztere ohne sich zu differenziren, nach einer bestimmten Richtung an Volumen zunimmt. Es sind ferner, abgesehen von der Quellung der Kernanlage, die häufig ausserordentlich lebhaft vor sich gehende Vakuolisirung der Körner wie das Verschmelzen des gesammten Körner- und Körnchenplasmas mit der Kernanlage, ohne dass diese sich in einen Kern umwandelt, Vorgänge, wie sie weder ohne Zusatz der Salzlösung zum Blut, noch nach blossem Zusatz einer gleich grossen Menge Wassers beobachtet werden und die sich nur aus einer Aufnahme von Salzmolekülen in das Innere der Zellen erklären lassen.

Im Wesentlichen sind zwar die Veränderungen, welche der Zusatz von Kochsalzlösung zum Blut hervorruft, den nach Zusatz von Sodalösung beobachteten ähnlich, doch zeigen die letzteren einige Besonderheiten, welche Berücksichtigung verdienen. Die nach der anfänglichen Schrumpfung wieder eintretenden Bewegungen und Fortsatzbildungen der Zellen sind lebhafter als unter gleichen Verhältnissen an den Kochsalzzellen und können sogar an Leb-

[1]) Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. Virch. Arch. Bd. 64.

haftigkeit die Bewegungen der Zellen vor Zusatz der Sodalösung übertreffen, bis sie während oder erst nach Verflüssigung der Körner und Körnchen dauernd erlöschen. Bei ihrer Vakuolisirung zeigen die Körner ein vom Gewöhnlichen nicht erheblich abweichendes Verhalten, dagegen wird die Quellung des Körner- und Körnchenplasmas und ebenso die Quellung der Kernanlage häufig beträchtlicher als in den Kochsalzzellen, so dass der aus Körner- und Körnchenplasma und aus der ursprünglichen Kernanlage bestehende, das Zellinnere einnehmende Körper oft sehr erhebliche Dimensionen erreicht. Auf nachträgliches Drainiren entwickelt sich aus demselben in einem Theil der Zellen zwar ebenfalls ein Kern mit Hülle und Stroma, aber die letzteren sind zarter und blasser als in den Kochsalzzellen und häufig bleibt das Stroma unvollständig, entwickelt sich nur in den inneren, der ursprünglichen Kernanlage zugehörigen Theilen, während das Körner- und Körnchenplasma sich nur zur Bildung einer Membran verdichtet, oder es treten statt eines Stroma überhaupt nur derbere Theile, Körner, Stränge und Fäden auf, ohne dass dieselben untereinander zur Bildung eines Gerüsts verbunden wären. Freie, nach Einwirkung der Sodalösung homogen gewordene Kerne erhalten nach Wasserzufuhr wohl eine derbe Hülle, aber nicht auch ein wohl entwickeltes Stroma, sondern ihr Inneres wird meist dicht und gleichmässig körnig, während durch Kochsalzlösung homogen gewordene Kerne nach Wasserzusatz ein sehr deutliches Stroma aufweisen.

Setzt man einem Präparat, in welchem die Zellen durch 5proc. Kochsalzlösung verändert worden sind, Essigsäure zu, so treten in Zellen, die innerhalb des Körner- oder Körnchenplasmas noch die Kernanlage mit Hülle und einem bereits angelegten Stroma unterscheiden lassen, die letzteren deutlich und scharf hervor. In Zellen, in welchen das Körner- oder Körnchenplasma mit der Kernanlage zu einem grossen homogenen Körper verschmolzen ist, entsteht bald ein meist weitmaschiges, den letzteren in seiner ganzen Ausdehnung durchsetzendes Gerüst und eine mit demselben zusammenhängende glatte oder körnige Membran, so dass innerhalb des so entstandenen sehr grossen Kerns die ursprüngliche Kernanlage nirgends mehr abzugrenzen ist oder dieselbe erscheint in Form eines kleinen Kerns oder kernartigen Körpers innerhalb des grossen, aus Differenzirung der Substanz des Körner- oder Körnchenplasmas entstandenen. Der aus der ursprünglichen Kernanlage hervorgegangene Kern be-

sitzt dann entweder eine deutliche Membran oder eine solche fehlt und die Fäden und Bälkchen seines meist weitmaschigen Gerüsts enden dann in der Peripherie frei, ihre Maschen sind nach Aussen offen. Andere Male fehlt dem innern Kern ein deutliches Gerüst und eine Membran, er hat eine dicht körnige oder körnig-fädige Beschaffenheit, dabei mitunter auch eine ungewöhnliche spindelförmige Gestalt, oder er tritt in Form eines glänzenden, homogenen sehr unregelmässig gestalteten und häufig eckig verzogenen Körpers vor. Diese aus der ursprünglichen Kernanlage hervorgegangenen Kerne oder kernartigen Körper gehen mit den Stromabälkchen, die sich aus dem Körner- oder Körnchenplasma differenzirt haben, spärliche oder zahlreiche Verbindungen ein. Bei der grossen Mannichfaltigkeit der nach Essigsäurezusatz entstehenden Bilder genügt es festzustellen, dass bald nur ein grosser Kern aus dem ganzen Innenkörper der Zelle entsteht, innerhalb welches sich der der ursprünglichen Kernanlage zugehörige Theil in keiner Weise mehr abgrenzen lässt und dass in anderen Zellen ein aus der letzteren hervorgegangener Kern zwar deutlich unterschieden werden kann, aber dann häufig eine ganz andere Form und Beschaffenheit als spontan entstandene Kerne besitzt. — Das Hyaloplasma erhält unter Einwirkung der Säure eine Membran und wird nur in der Umgebung des Kerns oder in seiner ganzen Ausdehnung fein und blass granulirt.

9) Wirkung von Chlorkalium.

Die Zellen werden nach Zusatz einer 5proc. Lösung in Schollen verwandelt, welche ganz den nach Zusatz von Chlornatriumlösung entstandenen gleichen, nur bleiben Körner und Körnchen häufiger als nach Einwirkung der letzteren gesondert sichtbar. Eine Anzahl der homogen gewordenen Zellen verändert sich auch innerhalb 3 Stunden nicht, in andern verliert das Hyaloplasma wieder seinen Glanz und treibt Fortsätze, die sich sehr langsam verändern, während es gleichzeitig mitunter an Volumen zunimmt, in seltenen Fällen so beträchtlich, dass die Zellkontouren sich nicht mehr bestimmen lassen. Die verschmolzenen Körner und Körnchen sondern sich wieder, verschmelzen zum Theil und verflüssigen sich in ganz derselben Weise wie nach Chlornatriumzusatz, gleichzeitig bildet sich aber hier ohne Wasserzusatz aus der vergrösserten homogenen, nur in den centralen Partien blass granulirten Kernanlage ein Kern mit blassem oder glänzendem Stroma.

Nachträglich zieht sich das Hyaloplasma zusammen und rundet sich ab.

Nach Zusatz einer $2\frac{1}{2}$proc. Lösung wandeln sich zwar die Zellen zum Theil zunächst auch in glänzende Schollen um, dagegen werden die Bewegungen, nachdem das Hyaloplasma seinen Glanz verloren, viel lebhafter als nach Zusatz der 5proc. Lösung, unter gleichzeitiger beträchtlicher Volumenszunahme der Zelle werden keulenförmige, kolbige, halbkugeliche, mitunter den halben Umfang der Zelle umfliessende Fortsätze gebildet, die ihre Form ändern und sich wieder zurückbilden, während neue an anderen Stellen vorbrechen. Es kommt dadurch, wie es nach Zusatz einer gleich starken Chlornatriumlösung nicht der Fall ist, zu einer Vermischung des Körner- und Körnchenplasmas mit dem Hyaloplasma und nur ein grösserer oder geringerer Theil des ersteren verschmilzt mit der Kernanlage und betheiligt sich an Bildung des Kerns. Dass mit dem Einschmelzen der Körner und Körnchen und in Folge der Vermischung ihrer Substanz mit dem Hyaloplasma Strömungen in diesem entstehen, zeigt sich hier wie in Zellen des unveränderten Bluts an Körnchen, welche während des Einschmelzens anderer von der Nähe des Kernumfangs bis zur Zellperipherie fortgezogen werden. Nach Bildung des Kerns zieht sich das Hyaloplasma wieder zusammen und rundet sich ab. Es sind somit die Veränderungen, welche an den Zellen nach Zusatz einer $2\frac{1}{2}$proc. Chlorkaliumlösung eintreten, abgesehen von der anfänglichen Verschmelzung von Körnern und Körnchen und von der vorwiegenden Bildung umfangreicher Fortsätze, weder ihrer Art noch ihrem Ablauf nach wesentlich verschieden von denen der in unverändertem Blut enthaltenen Zellen.

Nach Zusatz einer concentrirten Lösung des Salzes geht die Verflüssigung der Körner und Körnchen nach ihrer Wiederdifferenzirung aus den Schollen sehr langsam im Verlauf zweier Stunden vor sich, die gebildeten Vakuolen erhalten sich geraume Zeit ohne zu schwinden und dem entsprechend nimmt auch die Kernanlage nur ganz allmählich an Umfang zu, ohne aber sich, mit wenigen Ausnahmen, in einen Kern umzuwandeln. In einem Theil der Zellen enthält die Kernanlage auch hier eine Anhäufung blasskörnig-fädiger Substanz in ihrem centralen Abschnitt. Das starr gewordene Hyaloplasma verblasst zwar wieder, zieht die stacheligen und zackigen Fortsätze ein und treibt grössere und kleinere Buckel vor, die sich theils zurückbilden, theils nicht weiter verändert werden, die Bewegungen erfolgen aber sehr träge und

sind nicht von einer erheblichen Volumenszunahme des Hyaloplasma im Ganzen begleitet.

Es werden somit durch Zusatz concentrirter Chlorkaliumlösung zum Blut in den Zellen ganz entsprechende Veränderungen hervorgerufen wie durch Zusatz einer 5procentigen Chlornatriumlösung, während durch Zusatz von $2\frac{1}{2}$—5 proc. Chlorkaliumlösung zwar zunächst ein grösserer oder geringerer Theil der Zellen in glänzende Schollen umgewandelt, aber weder die Bildung eines Kerns verhindert, noch, wenigstens in $2\frac{1}{2}$ proc. Lösung, die Fähigkeit der Zellen, ihre Form zu ändern und Fortsätze zu bilden, dauernd beeinträchtigt wird.

Auch bezüglich der Veränderungen, welche sie auf nachträglichen Zusatz von Wasser erfahren, zeigen die Chlorkaliumzellen ein analoges Verhalten wie die Chlornatriumzellen. Es entsteht sofort ein sehr entwickeltes und häufig ausserordentlich zierliches gerüst- oder netzförmiges Stroma, das nach Stärke, Glanz, Anordnung und Dichte der Stellung seiner Theile wie nach dem Vortreten oder Fehlen einer feinen Granulirung in den Maschen die grössten Verschiedenheiten darbietet. Mit der Membran hängen die peripheren Stromatheile im ganzen Kernumfang zusammen. Auf Essigsäurezusatz entstehen Bilder von ähnlich wechselnder Beschaffenheit wie in den Chlornatriumzellen.

Die Wirkungen, welche die genannten 3 Salze auf die Zellen ausüben, sind untereinander ähnlich aber verschieden, je nachdem von denselben das Hyaloplasma oder die Körner- und Körnchenschicht mit den Kernanlagen betroffen werden. Durch die der anfänglichen Wasserentziehung folgende Imbibition von salzhaltigem Wasser werden bei entsprechender Concentration der zugesetzten Salzlösung theils die Bewegungen des Hyaloplasma verlangsamt, der Charakter derselben modificirt oder dieselben ganz zum Stillstand gebracht, theils wird eine Quellung der Kernanlage und des Körner- und Körnchenplasmas hervorgerufen und die Bildung des Kerns verhindert.

Die nächste Folge des Zusatzes der Salzlösung zum Blut besteht in Schrumpfung der Zellen, die ein glänzendes Aussehen und härtere Contouren erhalten, während Körnchen und Körner untereinander verbacken oder verschmelzen. Die Schrumpfung wird eine um so auffallendere, je stärker die Concentration der zugesetzten Lösung war, betrifft aber, wenn es sich um Lösungen schwächerer und mittlerer Concentration handelt, wie $2\frac{1}{2}$—5 proc. Kochsalz- oder Chlornatriumlösung, nicht die sämmtlichen Zellen

in gleichem Grade. Neben einer Mehrzahl von Zellen, die in glänzende Schollen umgewandelt sind, in welchen die Grenzen der früheren Körner- oder Körnchenschicht vom Hyaloplasma einerseits und von der Kernanlage andererseits gar nicht mehr deutlich unterschieden werden können, finden sich andere, in welchen einzelne Körner und Körnchen oder in welchen die meisten derselben noch, wenn auch weniger scharf als im unveränderten Blut, vortreten. Da aber nach Zusatz concentrirter Lösungen die Zellen ein gleichmässig verändertes Aussehen darbieten, beruhen diese Verschiedenheiten wohl nicht sowohl auf einem wechselnden Verhalten der Zellen zur Salzlösung als darauf, dass die Mischung der letzteren mit dem Blute eine Anfangs nicht ganz gleichmässige ist und einzelne Zellen von salzärmeren Plasma umgeben sind als die Mehrzahl der übrigen. Die Ungleichheiten im Salzgehalt des letzteren beruhen aber jedenfalls nicht allein auf der Anfangs ungleichmässigen Vertheilung der Salzmoleküle sondern zum Theil auch auf der Abgabe wässriger Flüssigkeit Seitens der Zellen, so dass èrst allmählich eine Ausgleichung des Salzgehalts zwischen salzärmeren und salzreicheren Flüssigkeitsschichten zu Stande kommt. Nach Zusatz von Lösungen schwacher und mittlerer Concentration wird dann nach einiger Zeit wieder Flüssigkeit in das Innere der Zellen aufgenommen, welche die Quellung der Kernanlage bewirkt und das Hyaloplasma zur Bildung und Rückbildung umfangreicher Buckel befähigt.

Sowohl bei der Entziehung von Wasser durch die Salzlösung als bei der nachträglichen Aufnahme salzhaltiger Flüssigkeit in die Zellen handelt es sich um Abgabe und Aufnahme von capillarem Imbibitionswasser [1]). Wir können uns die Substanz des Hyaloplasmas wie die der Körner, Körnchen und der Kernanlage als aus einem weit jenseits der Grenzen der mikroskopischen Wahrnehmung liegenden Gerüst von Tagmen (Molekülaggregaten) gebildet vorstellen, das nach Form und Weite der Maschen, nach seiner Beweglichkeit wie nach seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften mehr oder weniger erhebliche Verschiedenheiten darbietet, das aber unter dem Einfluss der in der lebenden Zelle thätigen Kräfte sich zu einzelnen Tagmen, zu Gruppen und Ketten von solchen sondern und aus ihnen sich rekonstruiren kann. Das in den Maschen eines solchen Gerüsts enthaltene und nicht durch die von den Tagmen ausgehende Anziehungskraft festgehaltene Wasser wird

[1]) Vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 1881. Bd. I, S. 24.

als capillares Imbibitionswasser bezeichnet, dessen Menge von der Beschaffenheit des Gerüsts und der dadurch bedingten Weite seiner Maschen abhängig ist. Sobald dasselbe durch das umgebende salzreiche Plasma den Zellen entzogen wird, schrumpfen dieselben, erfahren dagegen bei der späteren Aufnahme salzhaltiger Flüssigkeit eine entsprechende Volumenszunahme. Der Salzgehalt der imbibirten Flüssigkeit braucht dabei nicht dem des umgebenden Plasma zu entsprechen. Es treten dann zwar von Neuem Bewegungen und Formveränderungen ein, dieselben tragen aber einen anderen Charakter als früher, es sind vorwiegend kolbige, halbkugelige, lappige, häufig zu beträchtlichem Umfang anwachsende Fortsätze, welche sich langsam entwickeln und früher oder später ihre Bewegungen ganz einstellen. Es scheint also mit der Aufnahme von salzhaltigem Imbibitionswasser die Molekularstruktur des Hyaloplasmas bestimmte Veränderungen erfahren zu haben, durch welche die Mannichfaltigkeit der Form der sich entwickelnden Fortsätze beschränkt wird und die Bewegungen selbst verlangsamt werden.

Die Differenzirung der Körner- und Körnchenschollen zu Körnern und Körnchen bleibt nach Zusatz concentrirter Salzlösungen ganz aus oder es sondern sich nur vereinzelte Körner und Körnchen, die sich sehr langsam oder in geraumer Zeit gar nicht verflüssigen, während nach Zusatz von Salzlösungen geringer und mittlerer Concentration die Wiedersonderung der Schollen zu Körnern und Körnchen, die Vakuolisirung und die Verflüssigung derselben sich häufig schneller und gleichmässiger als unter gewöhnlichen Verhältnissen vollziehen. Es müssen demnach auch die Schollen wieder Flüssigkeit imbibirt und dadurch die Fähigkeit erlangt haben, sich wieder zu differenziren. Die wieder differenzirten Körner sind, wenn Kochsalzlösung zugesetzt worden war, häufig grösser und anders geformt, als die vor der Schollenbildung vorhandenen und ihre nachträgliche Vakuolisirung und Verflüssigung erfolgt in derselben Weise, nur häufig rascher und stürmischer als in nicht mit der Salzlösung vermischtem Blute.

Das in den Krebsblutkörpern aus den verflüssigten Körnern und Körnchen gebildete Plasma zeigt bei bestimmten Salzgehalt des Bluts ein vom gewöhnlichen abweichendes Verhalten, indem es zwar mit der Kernanlage verschmilzt aber sich nicht mit dem Hyaloplasma vermischt. Das Zustandekommen dieser Vermischung wird wesentlich durch die Bewegungen des Hyaloplasmas bedingt. Durch dieselben können im unveränderten Blut einzelne Körner

und Körnchen aus dem Haufen, dem sie angehören, ausgelöst und auf kürzere oder längere Strecken in die Ausläufer hineingezogen werden und durch dieselben Bewegungen wird auch ein Einfliessen vom Körner- und Körnchenplasma in das Hyaloplasma und seine Mischung mit demselben ermöglicht werden. Vielleicht wird dieselbe befördert durch eigene Bewegung des Körner- und Körnchenplasmas, da die Formveränderungen der Körner, das Verschmelzen von Körnern und Körnchen und die Bewegungen fädiger Bruchstücke der aus ihnen gebildeten Kernmembran es wahrscheinlich machen, dass auch das erstere die Fähigkeit zu aktiven Bewegungen besitzt. Ausserdem wird das Körner- und Körnchenplasma gar nicht ausschliesslich aus der Substanz der Körner und Körnchen, sondern auch aus den wenn auch geringen Mengen von Hyaloplasma gebildet, in welches die letzteren eingebettet sind. In Folge der Aufnahme salzhaltiger Imbibitionsflüssigkeit erlischt aber das Bewegungsvermögen des Körner- und Körnchenplasmas, die in demselben noch suspendirten Körner und Körnchen verändern ihre Lage nicht und da auch die Bewegungen des Hyaloplasmas nur langsam und träge vor sich gehen und zeitweise ganz stille stehen, so vermischt sich das Körner- und Körnchenplasma nicht mit dem Hyaloplasma, sondern bleibt als eine von dem letzteren wohl abgegrenzte Schicht zurück.

Eine weitere Abweichung im Verhalten der Zellen nach Aufnahme salzhaltiger Flüssigkeit besteht in dem Ausbleiben der Bildung eines Kerns. Nach Zusatz concentrirter Lösungen der Chloralkalien zum Blut verändern sich auch innerhalb einiger Stunden die Kernanlagen so wenig wie die übrigen Theile der Zellen, nach Zusatz concentrirter Sodalösung, einer 5 proc. Chlornatrium- oder 10 proc. Chlorkaliumlösung quillt dagegen die Kernanlage, verschmilzt mit dem Körner- und Körnchenplasma und verändert sich im Verlaufe mehrerer Stunden nicht weiter. Wird nun das Blut mit Wasser verdünnt, so entsteht nach vorgängigem Zusatz von Sodalösung in zahlreichen, nach vorgängigem Zusatz der Lösung der Chloralkalien in sämmtlichen Zellen ein Kern, dessen Hülle und Stroma besonders in letzterem Fall mit grosser Deutlichkeit vortritt. Der Kern entsteht aber nicht blos aus der Substanz der Kernanlage sondern aus dem ganzen durch die letztere und das mit ihr verschmolzene Körner- und Körnchenplasma gebildeten Körper, übertrifft mithin an Grösse sehr beträchtlich die Kerne, welche sich in den Zellen des unveränderten Bluts entwickeln. Nur nach vorgängigem Sodazusatz lässt sich mitunter

der Antheil, welcher der Kernanlage bei Bildung des Kerns zukommt, von dem trennen, welcher dem Körner- und Körnchenplasma zugehört, indem häufig ein Gerüst sich in dem ersteren nicht aber in dem letzteren entwickelt hat, das nur eine Membran erhält.

Etwas abweichende Bilder entstehen, wenn dem Präparat statt Wasser Essigsäure zugesetzt wird. Ziemlich häufig tritt dann innerhalb des grossen, aus dem ganzen Innenkörper der Zelle gebildeten Kerns auch ein der ursprünglichen Kernanlage entsprechender kleinerer Kern von sehr wechselnder Form und Beschaffenheit hervor, der mit den aus dem Körner- oder Körnchenplasma gebildeten Stromatheilen mehr oder weniger zahlreiche Verbindungen eingeht, während in anderen Fällen das entstandene Stroma sich nicht in ein der ursprünglichen Kernanlage und in ein dem Körner- und Körnchenplasma zugehöriges sondern lässt.

Inducirte sekundäre oder primäre Ströme rufen nach Zusatz von Kochsalzlösung Veränderungen in den Zellen nicht regelmässig und überhaupt nur dann hervor, wenn die letztere $2\frac{1}{2}$ procentig war oder wenn bei stärkerer Concentration der Lösung nur sehr geringe Mengen derselben dem Präparat zugesetzt wurden. Die Erscheinungen waren zum Theil derart, dass sie nicht mit Sicherheit als durch die Ströme hervorgerufen aufgefasst werden konnten, wenn auch ihr Eintritt unmittelbar nach Einleiten der letzteren und nachdem die Zellen einige Zeit vorher sich gar nicht verändert hatten, dafür zu sprechen schien — so das Verblassen des glänzenden Hyaloplasmas, die Entwicklung von Fortsätzen und die Verflüssigung von Körnern und Körnchen. Dagegen wurde einige Male auch die Bildung eines blassen, aus spärlichen glatten oder körnigen Fäden bestehenden und einzelne derbere Knotenpunkte einschliessenden Stromas innerhalb der vergrösserten Kernanlage beobachtet, was entweder die letztere in ihrer ganzen Ausdehnung durchsetzt oder auf ihre inneren, der ursprünglichen Kernanlage zugehörigen Abschnitte beschränkt ist und die äusseren, dem Körner- und Körnchenplasma zugehörigen frei lässt. Es bekommt ein glänzenderes Aussehen und schärfere Contouren in Zellen, die in der Nähe des positiven Pols liegen, wenn die Ströme lange genug eingeleitet worden sind, um auch eine makroskopisch durch Röthung von Lakmuspapier nachweisbare Säurebildung hervorzurufen. Auch die nach Zusatz von Kochsalzlösung in den centralen Abschnitten

mancher Kernanlagen sichtbare Anhäufung blasser, körnig-fädiger Substanz tritt unter diesen Umständen deutlicher hervor.

10) Wirkung von Zuckerlösung.

Nach Zusatz eines kleinen Tropfens einer concentrirten Lösung von Rohrzucker zum Blutpräparat bleibt die Vakuolisirung der Körner aus und aus der Kernanlage entwickelt sich kein glänzender Kern. Die Körner verbacken in grösserer oder geringerer Ausdehnung zu einer homogenen Scholle, von welcher die Kernanlage sich nicht mehr oder nicht deutlich abgrenzt, während das Hyaloplasma sich faltet, schrumpft, scharf kontourirt und etwas glänzend wird. Im Verlaufe von 2 Stunden sondern sich zwar einzelne Körner wieder von einander, der ganze Körnerhaufe verändert seine Form etwas, die Kernanlage erhält eine blasse Hülle und einzelne blasse Stromatheile, es kommt aber weder zur Verflüssigung der Körner noch zur Bildung eines glänzenden Kerns. Die Zellen erhalten mithin eine ähnliche Beschaffenheit wie nach Zusatz von Kochsalz- und Chlorkaliumlösungen zum Blut, ehe es zur Vakuolisirung der Körner gekommen ist. Setzt man dem Blut nur so viel der concentrirten Zuckerlösung zu als nach Eintauchen der Spitze der schmal lanzettförmigen Präparirnadel an derselben haftet, so werden die Bewegungen der Zelle nicht wesentlich beeinflusst und die Körner verbacken zwar nicht miteinander, vakuolisiren und verflüssigen sich aber auch nicht im Verlaufe von 2—2½ Stunde. Statt eines glänzenden bildet sich ein blasser Kern.

Werden nach Zusatz eines kleinen Tropfens der Zuckerlösung inducirte Ströme durch das Präparat geleitet, so treten, auch wenn dieselben eine beträchtliche Stärke besitzen, keine Veränderungen der Zellen ein. War dagegen die Zuckermenge so gering, dass sie ein Verbacken der Körner nicht bewirkte, so gerathen nach Einleiten primärer Ströme die Körner sofort in lebhafte Bewegungen, vakuolisiren und verflüssigen sich und gleichzeitig bildet sich ein Kern mit glänzendem Stroma und mit derber, glänzender, mit zackigen Prominenzen besetzter Hülle oder ein bereits vorhandener blasser Kern wandelt sich in einen glänzenden um. Das Hyaloplasma zieht sich zuerst etwas zusammen und entwickelt dann einige halbkugelige oder kolbige Vertreibungen, die sich allmählich bis zum Mehrfachen ihres anfänglichen Durchmessers vergrössern.

Es genügen somit schon verhältnissmässig geringe Zucker-

mengen, um die Vakuolisirung und Verflüssigung der Körner und die Umwandlung eines blassen Kerns in einen glänzenden zu verhindern, während inducirte Ströme unter diesen Verhältnissen rasch die Verflüssigung der Körner und die Bildung eines glänzenden Kerns bewirken, was sie auch bei beträchtlicher Stärke nicht im Stande sind, wenn die zugesetzte Zuckermenge Schrumpfung des Hyaloplasmas und Verbacken der Körner bewirkt hatte.

Die Veränderungen der Zellen sind denen nach Zusatz von Salzlösungen in soweit analog, als es sich um Schrumpfung des Hyaloplasmas und um Verschmelzen oder Verbacken von Körnern und Körnchen handelt, dagegen bleibt nach Zusatz von Zuckerlösung die Verflüssigung der letzteren auch dann aus, wenn die Menge der zugesetzten Zuckerlösung eine so geringe war, dass sie keine Schollenbildung bewirkt hatte.

11) Wirkung einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Strychnin.

Setzt man einem Blutstropfen, um den Eintritt von Wasserwirkung zu vermeiden, nur so viel einer kalt gesättigten Lösung [1]) von Strychnin. nitric. zu, als beim Eintauchen des Endstücks einer schmal lanzettförmigen Präparirnadel an derselben haftet, so werden die Bewegungen der Zellen sehr verlangsamt oder stehen ganz still und die Verflüssigung der Körner und Körnchen und in geringerem Grade auch die Bildung eines Kerns aus der Kernanlage wird erheblich verzögert. In der ersten halben Stunde nach Zusatz der Lösung treten an einzelnen Zellen noch Buckel vor, die sich langsam vergrössern, dann sistiren aber die Bewegungen fast ganz oder es kommt während der Verflüssigung der Körner und Körnchen nur zu einer ganz allmählich und unmerklich sich entwickelnden Volumenszunahme der Zellen. Frühstens $\frac{1}{2}$ Stunde nach Zusatz der Strychninlösung, mitunter aber erst nach $2\frac{1}{2}$ Stunden finden sich unter der weitaus überwiegenden Mehrzahl von noch ganz unveränderten Zellen umgebildete und andere, in denen die Körner und Körnchen anfangen sich zu verflüssigen; die Verflüssigung der letzteren tritt dann auch in anderen Zellen ein und geht in der gewöhnlichen Weise nur viel langsamer als sonst vor sich und ausserdem entwickelt sich in vielen Zellen ein blasser Kern, ehe noch irgend welche Veränderungen

[1]) Nach der Pharmacopoea germ. von 1882 löst sich ein Theil Strychnin. nitric. in 90 Theilen kalten Wassers.

an den Körner- und Körnchenhaufen eingetreten sind, es wirkt also das Strychninsalz in höherem Grade hemmend auf die Verflüssigung von Körnern und Körnchen als auf die Bildung eines derberen Stromas aus der Kernanlage, das aber geraume Zeit blass bleibt und erst glänzend wird, wenn auch die Verflüssigung von Körnern und Körnchen weiter vorgeschritten ist. Kontrolversuche mit unvermischtem Blut der Versuchsthiere ergaben, dass die Verflüssigung von Körnern und Körnchen sowie die Bildung glänzender Kerne in der weitaus grossen Mehrzahl der Zellen sich bereits nach Ablauf $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde, also zu einer Zeit vollzogen hatten, zu welcher im mit Strychninlösung vermischten Blut desselben Thiers die Zellen fast sämmtlich oder zum grössten Theil noch ganz unverändert waren.

Zur Kontrole wurde 3 Blutpräparaten ebensoviel der Präparirnadel anhaftendes Wasser zugesetzt, als 3 anderen Blutpräparaten aus der Scheere desselben Thiers Strychninlösung zugesetzt worden war. In den 3 ersteren, eine kleine Wassermenge enthaltenden Präparaten waren nach $\frac{1}{2}$ Stunde die Zellen zum grössten Theil völlig umgebildet, der Rest in der Umbildung begriffen; in den 3 Strychninpräparaten war dagegen nach $\frac{1}{2}$ Stunde die Mehrzahl der Zellen noch ganz unverändert oder nur die Körner etwas auseinander gerückt, die übrigen theils umgewandelt, theils in der Umwandlung begriffen. Noch nach $1\frac{1}{2}$ Stunden fanden sich in den Strychninpräparaten ganz unveränderte Körnerzellen oder solche, in denen sich nur ein blasser oder zum Theil bereits glänzend gewordener Kern entwickelt hatte, nicht vereinzelt sondern in ziemlicher Häufigkeit, während nach Ablauf dieser Zeit in den 3 Wasserpräparaten die Zellen sämmtlich und vollständig umgewandelt waren.

Auf Einwirkung inducirter Ströme veränderten sich die Zellen in Strychninpräparaten bald ebenso rasch wie die Zellen in unvermischtem Blut desselben Thiers bald erheblich langsamer und nur auf Anwendung stärkerer, bis eine Minute lang einwirkender Ströme.

II. Spontan eintretende und durch inducirte Ströme bewirkte Veränderungen der Muskelkörner von Krebsen.

Ganz ähnliche Körner wie in den Blutkörpern finden sich zerstreut oder schichtweise und mehr oder weniger dicht zu-

sammengelagert zwischen Sarcolemma und quergestreifter Substanz. Sie sind bald glänzend und scharf umschrieben, bald blass, nur selten vakuolisirt und Schichten derselben setzen sich nicht selten in Schichten blasser, feinkörniger Substanz fort. Einzelne ungewöhnlich grosse Körner wie homogene Gebilde von der Grösse eines Kerns scheinen aus verschmolzenen Körnern hervorgegangen zu sein, deren Umrisse mitunter noch undeutlich zu erkennen sind. Nach Verlauf von 15 Stunden waren einmal in dem durch Fettverschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparate die Körner unverändert geblieben, während die grösseren homogenen Körper sich beträchtlich verkleinert und ein stärkeres Brechungsvermögen erlangt hatten. In einem anderen Präparat waren im Verlaufe derselben Zeit die Körner zn einer sehr blassen, feinkörnigen Substanz und zu in dieselbe eingestreuten, stark glänzenden, kleinen, gelblichen Körnern zerfallen. — Auf Einleiten inducirter Ströme blieben in 6 Versuchen 5 mal die Körner ganz unverändert und wandelten sich nur in einem Versuch im Verlaufe einer Minute zu einer blass granulirten Masse um.

Die an den Krebsblutkörpern spontan wie nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen legten die Frage nahe, ob entsprechende oder ähnliche Vorgänge nicht auch in anderen Zellen stattfinden und es wurden bezüglich ihres Verhaltens in dieser Beziehung die Blutkörper von Batrachiern und von Wirbellosen, die Flimmerzellen der Rachenschleimhaut des Froschs, die Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut von jungen Kröten, die körnerhaltigen Zellen der Hautdrüsen, die Kerne der Epidermiszellen, des Alveolar- und Nickhautepithels, wie des Sternalknorpels dieser Thiere und ferner die Körnerzellen aus dem Entoderm von Hydra fusca einer Prüfung unterzogen.

III. Spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretende Veränderungen der Blutkörper von Asellus aquaticus.

Analoge Veränderungen wie die Krebsblutkörper erfahren sowohl spontan als nach Einwirkung inducirter Ströme die denselben ganz ähnlichen Blutkörper von Asellus aquaticus. Die Blutbahnen innerhalb der Kiemenblätter enthalten in grosser Zahl Körnerzellen, die sich von den Körnerzellen im Krebsblut nur durch die beträchtlich geringere Grösse der Körner und der ganzen Zellen

wie durch die etwas lebhaftere gelbliche Färbung der Körner unterscheiden. Verbindungsfäden zwischen benachbarten Körnern finden sich vereinzelt ziemlich häufig, aber nur selten sind dieselben so zahlreich, dass dadurch ein netzförmiges Gefüge entsteht. Vom Körnerhaufen wird ganz oder theilweise eine homogene oder blassgranulirte Kernanlage, mitunter ein blasser, nur selten dagegen ein glänzender Kern umschlossen. Die Zellen führen lebhafte amöboide Bewegungen aus, durchwandern mitunter in verhältnissmässig kurzer Zeit das ganze Gesichtsfeld und während der Fortsatzbildung sondern sich häufig kleine Körneragglomerate von dem Körnerhaufen, treten in das Hyaloplasma über und gerathen in demselben in lebhafte Molekularbewegung. Im Verlaufe von 10 Minuten bis 1 Stunde wandelt sich ein grösserer oder geringerer Theil der Zellen unter Schwinden der Körner in solche mit blass und fein granulirtem Plasma um, während aus der Kernanlage sich ein Kern mit deutlicher Hülle und deutlichem körnigen Inhalt entwickelt. Ueber die Veränderungen, welche dabei die Körner erfahren, lässt sich bei ihrer Kleinheit nur soviel feststellen, dass dieselben zum Theil zunächst zu derberen, knotigen und strangförmigen Gebilden verschmelzen, in denen in seltenen Fällen das Auftreten einer Vakuole beobachtet wurde. Nach Ablauf der Umbildungen rundet sich ein Theil der Zellen ab und erhält eine zarte Hülle.

Ausser den Körnerzellen finden sich schon im frisch angefertigten Präparat sehr blass und fein granulirte, den umgewandelten Körnerzellen ähnliche Zellen, die einen Kern bald erkennen lassen bald nicht.

Die Umwandlung der Körnerzellen erfolgt auf Einleiten inducirter Ströme zwar rascher als spontan, indessen bedarf es doch beträchtlich längerer Zeit als bei den Körnerzellen im Krebsblut, um dieselbe hervorzurufen, es müssen die Ströme ununterbrochen 1—2, mitunter selbst 3 Minuten lang durch das Präparat geleitet werden, bis sich ein Kern gebildet hat, die Körner sämmtlich oder bis auf vereinzelte geschwunden sind und der Zellkörper in seiner ganzen Ausdehnung ein gleichmässig fein und blass granulirtes Aussehen erlangt hat. Die schon im frischen Präparat enthaltenen blass und fein granulirten Zellen erhalten mit Einleiten der Ströme rasch einen glänzenden, scharf kontourirten Kern und runden sich ab.

IV. Umbildungen, welche spontan und nach Einleiten inducirter Ströme in den Blutzellen von Salamandra mac. entstehen [1]).

Zum Theil analoge Veränderungen wie in den Krebsblutkörpern entwickeln sich in den farbigen und farblosen Blutkörpern von Salamandra maculata.

In der grossen Mehrzahl der farbigen, im Blutserum suspendirten Zellen ist der Kern homogen, oval, nirgends vom umgebenden Plasma scharf geschieden und mitunter so blass, dass er nur ganz undeutlich und verwaschen vortritt. Er besitzt einen gleichmässig fortlaufenden oder unregelmässigen, durch kurze zackige oder fädige Fortsätze unterbrochenen Kontour und mitunter auch derbere höckerige oder lappige Fortsätze. Sein Inneres ist homogen, lässt höchstens ein oder ein Paar Kernkörperchen undeutlich erkennen und war nur in wenigen Zellen schon unmittelbar nach Entnahme des Bluts differenzirt, so dass Hülle, Kernkörper, Körnchen und Fäden deutlich, wenn auch blass und nicht scharf kontourirt, sichtbar waren [2]). Derartige Kerne erhalten mitunter eine glänzende Hülle und ein glänzendes Stroma, wobei aber die bereits vorhandenen Stromatheile sich nicht verdichten, sondern schwinden und an ihrer Stelle sich neue und anders beschaffene Stromatheile entwickeln. Der Zellkörper ist homogen oder zeigt die bekannte fleckige Zeichnung und lässt in der Regel so wenig als der Kern im Verlaufe einer Stunde Veränderungen seiner Beschaffenheit wahrnehmen. Nur wenige Zellen boten ein abweichendes Verhalten; dieselben waren um etwa die Hälfte kleiner als die grosse Mehrzahl der übrigen und enthielten einen scharf kontourirten Kern mit glänzendem Fadengerüst. Während der Beobachtung traten neue Knotenpunkte und Stränge in denselben auf und gleichzeitig nahm die Mächtigkeit der umgebenden Plasmaschicht ab, die Form der Zelle ging aus der ovalen in die einer breiten und kurzen Spindel über, veränderte sich aber nicht weiter nachdem zwischen der Kernhülle und dem Zellkörper sich ein heller und schmaler Spaltraum ge-

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften v. 10. December 1880.

[2]) Flemming fand die Zeichnung der Kerne in den Blutzellen der Larve deutlicher als in denen des erwachsenen Thiers. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 16, S. 312.

bildet hatte der schärfer vortrat nachdem das ihn begrenzende Plasma sich theils zu Körnchen theils zu einem im Durchschnitt fädigen Saum verdichtet hatte. In anderen Zellen entfärbte sich das Plasma und zog sich immer dichter um den Kern zusammen bis es denselben nur noch in Form einer schmalen, schalenartigen Hülle umschloss. Im Kerninnern hatten sich gleichzeitig neue Knoten und Stränge gebildet und ausserdem hatte auch seine Grundsubstanz ein stärkeres Brechungsvermögen erlangt, so dass die Kontouren der geformten Theile, ungeachtet ihres glänzenden Aussehens, nicht mehr so scharf vortraten wie vorher. Es schien die Möglichkeit nahe zu liegen, dass mit Zusammenziehung des Plasmas ein Theil desselben in den Kern eingetreten sei und zur Verdichtung seines Innern Veranlassung gegeben habe; indessen hatte sich an den Krebsblutkörpern gezeigt, dass das Plasma sich beträchtlich zusammenziehen kann ohne dass sein Brechungsvermögen eine auffallende Zunahme erfährt und dass sich ebenso nach seiner Zusammenziehung sehr beträchtliche Buckel von kaum merklich schwächerem Brechungsvermögen entwickeln können. Da mithin das Plasma sich beträchtlich zusammenziehen kann, ohne dass sein Brechungsvermögen erheblich zunimmt liegt in der geringen Stärke des letzteren allein noch keine Veranlassung zur Annahme des Eintritts von Plasma in den Kern und wenn sich im Kern während der Zusammenziehung des Plasmas nicht nur neue Stromatheile bilden, sondern auch die Grundsubstanz verdichtet, ohne dass er sich gleichzeitig verkleinert, so ist wohl die Möglichkeit, dass Plasma in denselben eingetreten ist, nicht auszuschliessen, aber ebensowenig das wirkliche Statthaben dieses Eintritts zu beweisen.

Der Kern der farbigen Zelle Fig. 34 *a* besitzt ein blasses, netzförmiges Stroma das 1 Stunde nach Anfertigung des Präparats schwindet während sich eine Anzahl glänzender, scharf vortretender Kernkörper entwickeln und die Hülle glänzend wird. Gleichzeitig verdichtet und verkleinert sich die umgebende Plasmaschicht, so dass sie nur noch als verhältnissmässig schmale Zone den Kern umschliesst (*b*). Die farbige Zelle Fig. 35 besitzt einen Kern mit glänzendem, netzförmigen Stroma, in dessen unterem Abschnitt sich während der Beobachtung sehr engmaschige Netze entwickelten. Während der Längen- und Dickendurchmesser der Zelle sich verkürzt, entsteht um den Kern ein schmaler heller Spaltraum, der in dem Maasse deutlicher vortritt als das ihn begrenzende Plasma sich zu Körnchen oder zu einem im Durch-

schnitt fädigen Saum verdichtet. Nach Bildung des Spaltraums erfolgt keine weitere Grössenabnahme der Zelle.

Vereinzelt waren zwischen den farbigen Zellen gefärbte, zum Theil nachweislich mit ihnen zusammenhängende Faden- oder strangförmige Gebilde sichtbar, welche die halbe oder ganze Länge einer Zelle besitzen oder ihre Länge bis um das Doppelte übertreffen. Sie befinden sich in einer unausgesetzten schlängelnden Bewegung, indem abwechselnd an verschiedenen Abschnitten derselben Ein- und Ausbiegungen rasch auf einander folgen. Die derberen Stränge erhalten dabei häufig vorübergehend variköse Auftreibungen, so dass sie an Nervenfasern aus der Retina erinnern.

Nur ganz vereinzelt kamen fast entfärbte Zellen vor, deren Plasma sich zu äusserst feinfädigen und engmaschigen Netzen differenzirt hatte und in denen der Kern ein deutliches ziemlich scharf gezeichnetes Stroma besass; häufiger waren freie Kerne mit scharf gezeichnetem Stroma eingestreut.

Unter den farblosen Zellen findet sich eine Anzahl, die in ihrem Innern bald nur undeutlich, bald deutlich feine und derbere Fäden sowie kernkörperchenartige Bildungen, daneben noch eine feine Granulirung oder sehr engmaschige und feinfädige blasse Netze, aber keinen Kern erkennen lassen und zum Theil amöboide Bewegungen ausführen. Einzelne kernlose Zellen sind so fein und gleichmässig granulirt, dass sie nahezu ein homogenes Aussehen darbieten, während andere theils ein netzförmiges Gefüge theils eine grob granulirte Beschaffenheit besitzen. Die kernhaltigen Zellen schliessen nur einen und dann meist relativ grossen Kern mit deutlichem, wenn auch blassen Stroma ein, der von einer meist schmalen Hülle homogenen oder fein genetzten Plasmas umgeben wird oder sie besitzen 2—4 kleinere, ebenfalls blasse, runde oder ovale, hie und da mit buckelförmigen Fortsätzen versehene Kerne. Ziemlich häufig sind Veränderungen der Form und des Inhalts der Kerne zu beobachten, die von Bewegungen des Plasmas bald begleitet werden bald nicht. Runde Kerne werden oval, gestreckt, können eine fast durchschneidende Einschnürung erhalten, wieder eine runde Gestalt annehmen und gleichzeitig von einer Seite der Zelle zur anderen rücken. Vorhandene Unterbrechungen der Membran schliessen sich oder es treten Körnchen in den Lücken auf, während an anderen Stellen sich neue Lücken bilden; ausserdem verdickt sich häufig die Membran an umschriebenen Stellen oder in grösserer Ausdehnung, bekommt einen stärkeren Glanz und in Kernen die nur spärliche

Stromatheile enthalten, können sich 1—2 Kernkörperchen bilden. — Unter Einziehung der hyalinen Buckel und Fortsätze bildet sich mitunter eine den Zellkörper in Form eines stärker brechenden Saums umschliessende Hülle.

Durch inducirte Wechselströme werden in den farbigen wie in den farblosen Zellen sehr auffallende Veränderungen hervorgerufen. In den farbigen Zellen entwickeln sich dieselben meist langsamer als in den farblosen und treten in ausgesprochener Weise und an der Mehrzahl der Zellen erst dann hervor, wenn die Ströme 1—2 Minuten durch das Präparat geleitet werden.

Die Kerne der farbigen Zellen erhalten fast sämmtlich ein mehr oder weniger deutliches netzförmiges Gefüge und es treten in ihnen 5—10 mit den Netzfäden zusammenhängende Kernkörperchen hervor. Einzelne Kerne haben nur in ihrer Peripherie eine fädig-körnige oder netzförmige Beschaffenheit erlangt, die sich ohne deutliche Abgrenzung auch auf das umgebende Plasma erstrecken kann, in der Regel besitzen dagegen die Kerne eine Membran, die mit vereinzelten oder mit zahlreicheren körnigen, knotigen oder zackigen, zum Theil mit dem Stroma zusammenhängenden Verdickungen besetzt ist, hie und da Lücken aufweist oder Stellen wo die fädigen Kontouren durch Reihen derberer Körnchen unterbrochen werden, die mitunter untereinander durch sehr feine und kurze Fäden verbunden sind. Stroma und Hülle der bei Weitem grossen Mehrzahl der Kerne sind blass, in vereinzelten Kernen dagegen glänzend und scharf kontourirt, andere Kerne ganz homogen und glänzend oder ihre Stromatheile in Folge des Eintritts einer Verdichtung der Grundsubstanz nur noch undeutlich kenntlich.

Zahlreiche Zellen haben ihre Form verändert, sind theils rund, theils sehr unregelmässig gestaltet, mit einseitigen bauchigen Auftreibungen, wie mit buckligen, kolbigen oder gelappten, mitunter auch spindelförmigen, in lange Fäden auslaufenden Fortsätzen versehen; einzelne Zellen zeigen ringförmige, mehr oder weniger tief greifende Einschnürungen und kleine wie grössere kernlose gefärbte Kugeln haben sich ganz abgeschnürt und schwimmen frei im Präparat umher. Die Oberfläche mancher Zellen ist nicht mehr ganz glatt, sondern die Kontouren besitzen streckenweise ein gekerbtes oder gezähneltes Aussehen; die Kerne sind häufig bis an die Peripherie gerückt und einzelne, im Begriff auszutreten, ragen über dieselbe mit einem grösseren oder geringeren

Theil ihres Umfangs frei hervor. Das Plasma ist meist unverändert, enthält dagegen in manchen Zellen in der Peripherie vereinzelte oder reihenweise gestellte Vakuolen, ist in anderen Zellen entfärbt oder fein granulirt oder wird von meist gefärbten, mitunter entfärbten äusserst feinfädigen und engmaschigen Netzen ganz oder in beschränkter Ausdehnung durchsetzt. Die Zellen mit genetztem Plasma waren in der Nähe der Pole häufiger als in den zwischen denselben gelegenen Flüssigkeitsschichten. Die schlängelnden Bewegungen der gefärbten, von den Zellen ausgehenden Fäden und Stränge schienen durch die Ströme gar nicht beeinflusst zu werden und dauerten auch nach Unterbrechung derselben in gleicher Stärke fort. Nur einmal beschrieb die der zugehörigen Zelle zugewendete Fadenhälfte mit Eintritt der Ströme eine starke konvexe Ausbiegung, verharrte in derselben kurze Zeit, um dann ihre Bewegungen wieder aufzunehmen, die an der peripheren Fadenhälfte keine Unterbrechung erfahren hatten.

Die farblosen Zellen zeigten sowohl nach der Art der eintretenden Veränderungen, als nach der Schnelligkeit, mit welcher sich dieselben entwickelten, ein ziemlich wechselndes Verhalten.

In manchen der Zellen, welche nur ein körnig-fädiges oder ein netzförmiges Innere mit mehr oder weniger zahlreichen derberen Körnchen, Knoten und Strängen, aber keinen Kern besitzen, wird auch nach einmaligem oder wiederholtem Einleiten der Ströme ein Kern nicht gebildet. In einzelnen Zellen waren Veränderungen des Zellinhalts überhaupt nicht nachzuweisen, in anderen kam es zu Umbildungen des letzteren oder es traten einzelne geformte Elemente deutlicher vor als vorher. So werden kernkörperchenartige Gebilde glänzender und schärfer umschrieben, eine bereits vorhandene Granulirung wird deutlicher, grobkörnige Zellabschnitte werden feinkörnig, in feinkörnigen Abschnitten werden feine, mitunter auch derbere, stärker glänzende Fäden gebildet. Auf der anderen Seite kann auch der fein granulirte Zellinhalt in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine homogene Beschaffenheit annehmen und mit Verkleinerung der ganzen Zelle eine derbe, glänzende Hülle entstehen.

In anderen Zellen von der gleichen Beschaffenheit entstehen nach 2—3 Minuten langer Einwirkung der Ströme ein—4 Kerne gleichzeitig oder nacheinander die eine derbe, glänzende, mit einzelnen knotigen oder zackigen Vorsprüngen besetzte, mitunter im Durchschnitt sichelförmig verdickte Hülle besitzen, während in

ihrem Innern ein oder ein Paar derbere Kernkörperchen und eine wechselnde Zahl von Körnchen und Fäden enthalten sind. Die Kernmembran entwickelt sich sowohl aus bereits vorhandenen Fäden und Körnchen, so dass dieselben mit ihrer Bildung schwinden, zu derselben verbraucht werden, als auch aus homogenem Plasma. Wenn sich nur ein einziger und grosser Kern entwickelt, lässt sich deutlich wahrnehmen, dass die vorher im Innern der Zelle befindlichen Stränge, Körner und Körnchen, die Fäden und Fadennetze schwinden und es wird das durch die Vertheilung ihrer kleinsten Theile disponibel gewordene Material zum grossen Theil zur Bildung der Kernhülle und der durch beträchtliche Grösse ausgezeichneten Kernkörper verbraucht. Ausser den letzteren oder vereinzelten Strängen enthält das Kerninnere nur Reihen und Gruppen von Körnchen wie einzelne feine Fäden, ist aber im Ganzen arm an geformten Bestandtheilen und erscheint desshalb sehr licht; einzelne Kerne mit sehr derber und stark glänzender Hülle enthielten überhaupt keine geformten Bestandtheile. Nicht selten sind die Kerne nicht nur durch die Derbe ihrer Hülle, sondern auch durch Unregelmässigkeiten ihrer Configuration, Einziehungen und Ausbuchtungen, sowie durch ungewöhnliche Bildungen in ihrem Innern ausgezeichnet. In sehr ausgesprochener Weise war dies der Fall bei dem Kern der Zelle Fig. 37 *b* der sich im Verlaufe von 3 Minuten unter Einwirkung der Ströme aus der Zelle Fig. 37 *a* entwickelt hatte. Die letztere enthielt sehr blasse, einzelne ausgezackte Kernkörper und Stränge einschliessende Stromatheile, die von einer sehr schmalen Zone schärfer vortretender Körnchen und Fäden umrahmt wurden, so dass der weitaus grösste Theil des Zellinnern ein ähnliches Aussehen darbot wie manche Kernanlagen in den Krebsblutkörpern. Während der Einwirkung der Ströme wurde die periphere, körnig-fädige Schicht homogen und nur am unteren Umfang derselben differenzirten sich nachträglich aus ihr wieder Körnchen. Gleichzeitig bildet sich unter allmähliger Aufhellung des Zellinnern und unter Schwinden der blassen Netze ein glänzender, scharf vortretender Kern. An der Peripherie der hyalin gewordenen Zellsubstanz bildet sich zunächst eine derbe, zunehmend heller, glänzender und schärfer vortretende Kernhülle und von der Mitte des oberen und unteren Umfangs derselben entwickelt sich dann je ein mächtiger, in das Kerninnere hineinragender, zapfenartiger Fortsatz. Derselbe verschmilzt mit dem entsprechenden oberen und unteren Umfang eines mittlerweile

gebildeten derben Kernkörperchens, das nach rechts und links in zackige Fortsätze ausläuft. Es wird auf diese Weise eine sehr derbe Scheidewand gebildet, durch welche der Kern in 2 nahezu gleich grosse Abschnitte zerfällt. Derbere und feinere Körnchen sind im Uebrigen nur sparsam in das sonst homogene Kerninnere eingestreut.

Wenn sich der Kern rasch gebildet hat, so verkleinert er sich noch etwas während und unmittelbar nach Bildung der Membran. Bei Anwendung schwächerer Ströme gehen die Bewegungen der Zelle häufig ohne beeinflusst zu werden fort, es bilden sich keine Kerne in ihrem Innern und erst bei Verstärkung der Ströme kommt ihre Bildung zu Stande, während gleichzeitig die Zelle ihre Form verändert, sich verkleinert, abrundet und eine glänzende Hülle erhält. Mitunter geht die Bildung des Kerns auffallend langsam vor sich, ist nicht von Veränderungen der Form der Zelle begleitet und ein Kleinerwerden des vortretenden Kerns ist dann wenigstens nicht sichtlich. Wird der Strom unterbrochen, sobald das Innere der Zelle Veränderungen seiner Beschaffenheit zeigt, so wird die Bildung der Kerne, wenn sie überhaupt zu Stande kommt, hinausgeschoben, es vergehen mehrere Minuten bis sie überhaupt unterschieden werden können, ausserdem sind die Hülle und die Kernkörper weniger glänzend und scharf kontourirt, als wenn sie sich während der Einwirkung der Ströme gebildet haben.

In Zellen, welche bereits einen oder mehrere blasse Kerne enthalten, treten dieselben bei Einwirkung der Ströme deutlicher hervor, ihre Membran wird derber, glänzender und die feineren wie die derberen Stromatheile erhalten schärfere Kontouren. Einmal waren 3 dicht zusammenliegende blasse, unter dem Einfluss der Ströme glänzend gewordene Kerne nach Unterbrechung der letzteren zu einem einzigen gelappten Kern mit sichelförmigen Verdickungen der Wandung und fast leerer Lichtung verschmolzen (Fig. 38), ein Vorgang, dessen spontaner Eintritt an Pflanzenzellen häufig, aber auch an Zellen von thierischen Objekten wiederholt wahrgenommen worden ist.

Während der Bildung des Kerns und der Formveränderungen der ganzen Zelle verändern die nicht bei Bildung des Kerns verbrauchten oder verflüssigten Formbestandtheile des Plasmas ihre Beschaffenheit in ähnlicher Weise wie in kernlosen Zellen. Vorhandene Netze treten deutlicher vor, körnig-fädige Zellabschnitte werden netzförmig oder verflüssigen sich zu homogener Substanz,

aus welcher sich wieder Körnchen differenziren können. Nach Bildung der Zellhülle kann sich von derselben nach Unterbrechung der Ströme die körnig-fädige oder netzförmige Zellsubstanz zurückziehen und es entsteht ein mit zunehmender Verdichtung derselben sich erweiternder Spaltraum der nur da fehlt wo, wie in der Zelle Fig. 36, Kerne der Wandung anliegen, die sich nicht weiter verkleinern.

Nach dem Mitgetheilten beschränken sich die spontan eintretenden Veränderungen farbiger Zellen auf die Bildung eines blassen oder glänzenden Stromas aus der Substanz der homogenen Kerne wie auf Formveränderungen, Zusammenziehung und mitunter auch Entfärbung des Zellkörpers mit oder ohne netzförmige Differenzirung desselben. Bemerkenswerth ist, dass Stroma und Hülle blasser Kerne nicht so wie sie vorlagen glänzend wurden, sondern zunächst schwanden, aus dem wieder homogen gewordenen Kern sich von Neuem und in anderer Weise entwickelten, aber ein glänzendes Aussehen und schärfere Kontouren erlangt hatten. Immer waren es nur vereinzelte Zellen, die sich in dieser Weise verändert hatten, dagegen erhielten nach Einwirkung von Induktionsströmen nicht nur die Kerne fast sämmtlich ein blasses Stroma und eine Hülle, sondern auch die Zellsubstanz erhielt häufig eine veränderte Beschaffenheit, wurde in der Peripherie vakuolisirt oder es differenzirten sich aus ihr feine Körnchen und Netze. Gleichzeitig hatten sich häufig Formveränderungen der Zellen entwickelt und einzelne kugelförmige Portionen sich abgeschnürt.

In den farblosen Zellen wurden ausser den Formveränderungen der Kerne auch Um- und Neubildungen einzelner Abschnitte ihrer Hülle und Neubildung von Kernkörperchen beobachtet, Vorgänge, die denen in blassen Kernen von Krebsblutkörpern und den von Stricker und mir an den Kernen der Froschblutkörper wahrgenommenen ganz entsprechen. Auf Einleiten inducirter Ströme werden Stroma und Hülle blasser Kerne glänzend und schärfer kontourirt, in kernlosen Zellen entstehen mitunter nach Verflüssigung eines Theils ihrer Körnchen und Fäden glänzende Kerne mit häufig sehr dicker Wandung und derben Stromatheilen, während Körnchen, Körner und Fäden die nicht zur Bildung der Kerne verbraucht worden sind, ein sehr wechselndes Verhalten darbieten. Dieselben können sich zu hyaliner Substanz verflüssigen oder in der Bildung sehr fein granulirter Substanz aufgehen, treten andere Male nur deutlicher vor oder verschmelzen

mit einander zu derberen Gebilden oder zur Bildung engmaschiger Netze.

Die Salamanderblutkörper und die Krebsblutkörper zeigen in Betreff der in ihnen spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen in den folgenden Punkten ein übereinstimmendes Verhalten.

1) Aus manchen homogenen Kernen der farbigen Blutkörper und aus den meisten Kernanlagen der Krebsblutkörper entwickeln sich Kerne mit deutlicher Hülle und Stroma. Nur vereinzelte der letzteren werden in den farbigen Salamanderblutkörpern glänzend, in den Krebsblutkörpern dagegen fast sämmtlich.

2) In den Kernen farbloser Blutkörper kommt es zur Rück- und zur Neubildung von Hüllen und Stromatheilen, Vorgänge, die in blassen Kernen von Krebsblutkörpern sich in ähnlicher Weise aber schneller und an einer grösseren Zahl von Stroma- und Hüllentheilen vollziehen.

3) Unter dem Einfluss inducirter Ströme werden die homogenen Kerne der farbigen Blutkörper in Kerne mit blasser Hülle und Stroma, blasse Kerne der farblosen Zellen in glänzende umgewandelt und aus fast sämmtlichen Kernanlagen der Krebsblutkörper entwickeln sich glänzende Kerne. In Krebsblutkörpern ohne Kern oder Kernanlage und in kernlosen Leukocyten werden Kerne neu gebildet.

Bezüglich des Verhaltens der Zellsubstanz finden sich Analogien nur zwischen den farblosen Zellen und den Krebsblutkörpern, da das gefärbte Plasma wohl ausnahmsweise spontan und öfter unter dem Einfluss der Ströme eine fein granulirte oder genetzte Beschaffenheit erlangen kann, sich aber dann nicht weiter verändert. In den Leukocyten können sich unter dem Einfluss der Ströme die geformten Theile sowohl zu feineren sondern, als zu derberen wie zu zarten Netzen verschmelzen, ausserdem aber auch ganz verflüssigen und aus dem hyalinen Plasma sich wieder Körnchen differenziren. Analoge Vorgänge werden auch in den Krebsblutkörpern beobachtet, dagegen ist in denselben die umbildungsfähige Substanz nicht gleichmässig in der Zelle verbreitet, sondern in Form der Körner- und Körnchenschicht um die Kernanlage oder den blassen Kern angehäuft und mischt sich nach Ablauf ihrer Umbildungen mit dem Hyaloplasma.

V. Spontan eintretende, durch Einwirkung von inducirten Wechselströmen und durch Einwirkung von Essigsäure bewirkte Veränderungen der farblosen Froschblutkörper [1]).

Die amöboiden, feiner granulirten Zellen wurden in Blutserum untersucht, welches farbige Zellen nicht in einer continuirlichen, sondern in einer durch mehr oder weniger zahlreiche Lücken unterbrochenen Schicht enthielt. Die in den Lücken eingeschlossenen farblosen Zellen lassen die Beschaffenheit ihres Innern deutlicher erkennen als die farblosen zwischen dicht gedrängten farbigen im Plasma enthaltenen Zellen und entziehen sich weniger leicht der Beobachtung bei Strömungen der Flüssigkeit und Verschiebungen der gefärbten Zellen.

An den meist blassen Kernen der amöboiden Zellen sind, wie bereits hervorgehoben wurde, nicht nur Aenderungen ihrer Form, sondern auch Aenderungen in der Beschaffenheit der Hülle und der Stromatheile wahrnehmbar. Sehr häufig zeigt die Hülle schmale oder weite Lücken, die einige Zeit bestehen und sich wieder schliessen, während sich neue Lücken an anderen Stellen bilden. Das Kerninnere zeigt entweder ganz dieselbe dichte und blass körnige Beschaffenheit wie das Plasma, so dass ohne die Hülle der Kern gar nicht als besonderes Gebilde innerhalb der Zelle vertreten würde, oder es ist lichter und schliesst nur ein oder ein Paar derbere, etwas glänzende Körnchen oder daneben noch kurze fädige Gebilde ein, die früher oder später wieder verblassen und sich zu feineren Körnchen sondern. Die letzteren können dann vorübergehend wieder zur Bildung einzelner derberer und etwas glänzender Körnchen unter Aufhellung des Kerninnern verschmelzen, und in gleicher Weise sieht man auch die blasse Kernhülle vorübergehend glänzender und schärfer kontourirt werden, um dann wieder zu verblassen. Das Bild der Kerne ist ein fortwährend wechselndes und nur wenige derselben bleiben längere Zeit ganz unverändert. Es bleibt aber nicht bei blossen Veränderungen in der Beschaffenheit der Kernhülle und des Stroma, sondern manche Kerne vergrössern sich, indem unter Schwund ihrer Hülle aus verschmelzenden Körnchen der umgebenden Zellsubstanz sich eine neue Hülle bildet, und andere Kerne schwinden ganz, indem Hülle und Stroma sich zu einzelnen blassen Körnchen sondern, die von denen des umgebenden Plasma sich gar nicht unter-

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissenschaften vom 10. November 1882.

scheiden oder es bleiben von der Hülle nur noch einzelne fädige Bruchstücke, im früheren Kerninnern noch einzelne derbere Körnchen unverändert zurück. Neben einem vorhandenen Kern oder nach seinem Schwinden bildet sich häufig ein neuer oder ein Paar derselben, die mitunter zu einem einzigen verschmelzen. Ihre Hülle, wie die derberen Körnchen und Fäden ihres Innern entstehen durch Verschmelzen von Plasmakörnchen. An den neu entstandenen Kernen beobachtet man ganz dieselben Veränderungen, wie an den von Anfang an vorhandenen, und kann geraume Zeit hindurch die Bildung und Rückbildung von Kernen gleicher Beschaffenheit in einer und derselben Zelle und während der Fortdauer ihrer amöboiden Bewegungen verfolgen. — Während die eben angeführten Beobachtungen ganz mit denen Stricker's übereinstimmen, wurde ein Sichzurückziehen des Plasma's in den Kern nicht wahrgenommen.

Der Zellkörper ist ziemlich gleichmässig dichtkörnig, enthält neben den feinen und blassen eine wechselnde Anzahl derberer und dunklerer Körnchen, mitunter Vakuolen wie einzelne feine und kurze, seltener längere, mitunter sich verzweigende Fäden. Auch abgesehen von ihrer Betheiligung an Bildung der Kerne unterliegen die Theile des Zellkörpers einem Wechsel ihrer Beschaffenheit. Die Granulirung wird bald derber und dunkler, bald feiner und blasser, unter Verschmelzung von Körnchen kommt es häufig zur Bildung einzelner, meist kurzer, gerader oder etwas gekrümmter Fäden, die sich später wieder zu Körnchen differenziren oder es entstehen und vergehen Vakuolen deren Hülle aus verschmelzenden Körnchen gebildet wird und die bald einen ganz homogenen hellen Inhalt besitzen, bald ein derberes centrales Körnchen oder ein Paar feine und blasse Körnchen einschliessen und sich dann ausser durch ihre Grösse gar nicht wesentlich von kleinen Kernen unterscheiden. Im Bereiche eines Theils des Zellumfangs verdichtet sich die Zellsubstanz häufig zu glänzenden, leistenförmigen Erhabenheiten oder zu einem glänzenden Saum, auch einzelne der sonst blassen Fortsätze werden vorübergehend glänzend, auf der anderen Seite kommt es gar nicht selten stellenweise zu einem Verblassen und völligen Schwinden der Granulirung und mitunter verblasst sogar, wie schon oben hervorgehoben wurde, die Zelle in ihrer ganzen Ausdehnung, wird durchscheinend, homogen oder äusserst zart granulirt und kaum zu begrenzen oder sie wird vollständig unsichtbar, um dann früher oder später an der gleichen Stelle, unter Wiederauftreten einer zu-

nehmend deutlicher werdenden Granulirung, wieder zu erscheinen. In einzelnen Zellen fehlen Kerne ganz und es bildet sich auch für geraume Zeit ein solcher nicht.

Die farblosen Zellen, welche Haufen derberer, gelblicher, ziemlich stark glänzender Körnchen enthalten, führen sehr träge amöboide Bewegungen aus und verändern sich auch im Laufe von Stunden nur wenig. Die Körnchen nehmen häufig den grössten Theil des Zellinnern ein, bilden einen compakten Haufen, oder es schliesst derselbe in seinen centralen Abschnitten eine von glänzenden Körnchen freie, unregelmässig begrenzte Ansammlung homogenen oder blasskörnigen oder körnigfädigen Plasmas ein. Ein deutlicher Kern fehlt in der Regel.

Das Verhalten der amöboiden Zellen gegen inducirte Ströme ist ein ziemlich wechselndes; es zeigen in dieser Beziehung nicht blos die Zellen des Bluts von verschiedenen Thieren, sondern auch die Zellen in einem und demselben Präparat beträchtliche Verschiedenheiten. Häufig bedarf es, um überhaupt auffällige Veränderungen der Form und Beschaffenheit der Zellen hervorzurufen, beträchtlich stärkerer Ströme als bei elektrischer Reizung der Krebsblutkörper.

Es finden sich 1) gar nicht selten Zellen, die auch auf 1—3 Minuten lang fortgesetzte Einwirkung starker Ströme sich nicht wesentlich verändern, ihre Form beibehalten und die Fortsätze nicht einziehen.

2) Einzelne kernlose Zellen runden sich unter dem Einfluss von 1—3 Minuten lang einwirkenden Strömen allmählig ab und ihre Substanz erfährt gleichzeitig in ihrer ganzen Ausdehnung eine Umbildung, indem an Stelle der feinen Granulirung derbere Körnchen treten, die vielfach mit verzweigten, die ganze Zelle durchsetzenden und aus verschmolzenen feinen Körnchen gebildeten körnigen Strängen zusammenhängen. Einige Zeit nach Unterbrechung der Ströme treten wieder träge amöboide Formveränderungen ein, das Plasma nimmt unter Schwinden der derberen Körnchen und der verzweigten Stränge seine frühere fein granulirte Beschaffenheit wieder an und es entstehen jetzt in ihm Kerne und Vakuolen.

3) Im Blute mancher Frösche sind in ziemlich grosser Zahl Zellen enthalten, welche auf die Ströme bei 50—60 mm Rollenabstand rasch und lebhaft reagiren; es werden die Fortsätze rasch eingezogen und die Zelle rundet sich ab, um nach kurzer Zeit das Spiel der amöboiden Bewegungen wieder zu beginnen. Auf er-

neute Reizung rundet sich die Zelle wieder ab, streckt dann abermals Fortsätze vor, und man kann auf diese Weise mehrere Male hintereinander die Zelle zur Zusammenziehung veranlassen, ohne ihr damit die Fähigkeit zur Ausführung amöboider Bewegungen nach Unterbrechung der Reizung zu nehmen. Während oder unmittelbar nach Abrundung der Zelle kommt es häufig zur Bildung von einem oder von mehreren Kernen und von Vakuolen in kernlosen Zellen, oder es entstehen neben einem oder ein Paar bereits vorhandenen noch ein oder mehrere neue Kerne. Die neugebildeten Kerne überdauern den Wiedereintritt der amöboiden Bewegungen oder sie schwinden wieder und es werden mit Wiedereinleiten der Ströme und während oder nach Abrundung der Zelle von Neuem Kerne gebildet. Die unter dem Einfluss der Ströme entstandenen Kerne zeigen bald schon unmittelbar nach ihrer Bildung, bald erst nach Verlauf einiger Zeit oder nach wiederholter Einwirkung der Ströme eine schärfer gezeichnete, glänzendere Hülle und eine deutlichere Granulirung des Innern als die meist blassen, nur unter dem Einfluss der Lebensthätigkeit der Zelle entstandenen Kerne, und auch die letzteren bekommen meist in Folge der Einwirkung der Ströme ein glänzenderes Aussehen als vorher. Dass die während oder unmittelbar nach Einleiten der Ströme entstandenen Kerne, in Folge der Einwirkung der letzteren entstanden sind, lässt sich nicht direkt beweisen, es wird dies aber sehr wahrscheinlich, weil eine gleich rasche Entwicklung von Kernen unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht beobachtet wird. Während einer 5 Sekunden langen Einwirkung der Ströme sieht man in kernlosen Zellen häufig gleichzeitig 3—5 Kerne entstehen und sieht ebenso die Zahl der Kerne in bereits kernhaltigen Zellen rasch zunehmen.

Gleichzeitig mit der Bildung von Kernen in den farblosen Körpern bekommen die meisten blassen homogenen Kerne der farbigen ein mehr oder weniger deutliches, häufig stark glänzendes Stroma und eine gleich beschaffene Hülle.

4) Neben Zellen, die rasch auf die Einwirkung der Ströme reagiren, finden sich meist auch andere, die sich erst auf die stärksten Ströme des Apparates, nach 30 Sekunden bis 1 oder 2 Minuten lang fortgesetzter Einwirkung derselben und in etwas abweichender Weise verändern. Im Blute von ein paar Fröschen zeigte die Mehrzahl der Zellen das letztere Verhalten. Die Verkleinerung und Abrundung der Zelle vollzieht sich langsam und dabei ziehen sich mitunter die Fortsätze der Zelle nicht sämmt-

lich zurück, sondern verblassen zum Theil, breiten sich etwas aus oder schnüren sich zu kugelförmigen, untereinander verschmolzenen und dem sich verdichtenden Zellkörper locker anhaftenden Gebilden ab, die sich nicht weiter verändern. Mitunter verblasst auch ein grösserer oder geringerer Theil des Zellkörpers unter Zunahme seines Volumens, so dass seine Contouren kaum noch wahrzunehmen sind. Nach Ablauf der genannten Zeit und nachdem die Zelle sich abgerundet hat, kommt es zur Bildung von Kernen, deren Hülle schon von Anfang an verhältnissmässig derb und etwas glänzend ist oder sich ällmählig verdickt und ein glänzendes Aussehen erlangt. Die Körnchen des Kerninnern sind ebenfalls scharf umschrieben und etwas glänzend oder werden allmählich deutlicher, wenn sie Anfangs blass waren. Nicht selten kommt es zur nachträglichen Verschmelzung benachbarter Kerne. Im Verlaufe von $\frac{1}{4}$—1 Stunde bilden sich dann partielle Verdickungen der Kernhülle aus, im Durchschnitt in Form von derberen glänzenden Spangen, Spindeln, sichel- oder halbmondförmigen Körpern, die Anfangs untereinander zusammenhängen, während später die sie verbindenden, im Durchschnitt feinfädigen Hüllentheile schwinden und die dadurch isolirten Gebilde eine runde Form annehmen. Der Kern als solcher ist damit geschwunden, die 3—6 runden, aus seiner Hülle gebildeten Körper verändern sich entweder im Verlaufe von 1—2 Stunden nicht weiter oder schwinden zum Theil wieder, und in diesem Fall wurde wiederholt der Wiedereintritt von Formveränderungen der Zelle und von trägen amöboiden Bewegungen beobachtet, während in anderen Zellen bei Ausbleiben der letzteren die feinen Körnchen des Zellinnern in ausserordentlich lebhafte Molekularbewegung geriethen. Mitunter bilden sich ähnliche runde, glänzende und zum Theil etwas gelblich gefärbte Körner auch im Innern der Kerne oder aus den Körnchen des Zellkörpers. Ihre Bildung aus der Kernhülle erfolgt in der Regel allmählig, mitunter aber rasch, innerhalb weniger Augenblicke. In anderen Kernen verdickt sich, während ihr Inneres verblasst, die Hülle gleichmässig, ohne sich zu einzelnen Stücken zu sondern und mitunter in einem Grade, dass von der ursprünglichen Lichtung nur eine kleine Höhlung übrig bleibt.

Die farblosen und derber körnigen, nichtamöboiden Zellen erfahren unter dem Einfluss der Ströme zum Theil auffallende Formveränderungen, dabei gerathen ihre Körnchen in lebhafte Bewegungen, rücken von einander ab, einzelne über den Zellumfang hinaus und schnüren sich ganz ab oder pendeln an

feinen Fäden hin und her, ohne sich aber zu verflüssigen. Gleichzeitig entstehen in den meisten Zellen 1—2 kleine Kerne aus ihrer blass granulirten Substanz.

Unter dem Einfluss starker Ströme treten auch an den Kernen der farbigen Zellen weitere Veränderungen ein, ihre Hülle verdickt sich sehr beträchtlich, und manche werden ganz homogen.

Wiederholt wurde das Vorkommen von miteinander verschmolzenen farbigen Zellen und von verschmolzenen farblosen Zellen beobachtet.

Sehr bemerkenswerth ist die grosse Widerstandskraft der farblosen Zellen gegen den Einfluss der Ströme, so dass selbst nach Anwendung sehr starker Ströme und nachdem die Kerne die auffallendsten Umbildungen erfahren haben, sich doch wieder amöboide Bewegungen einstellen können. Die Veränderungen im Einzelnen, die Bildung neuer Formelemente und ganzer Kerne aus den Plasmakörnchen sind den sich schon spontan entwickelnden entsprechend, entstehen aber rascher als die letzteren und die neugebildeten Theile erlangen schon bald oder erst nach einiger Zeit einen stärkeren Glanz und schärfere Kontouren. Nur die unter dem Einfluss sehr starker Ströme erfolgende Sonderung der Kernmembran zu einzelnen derberen Bildungen und das gleichzeitige Auftreten ähnlicher Gebilde im Kerninnern wie im Zellkörper wurde als spontan entstehender Vorgang nicht beobachtet.

Ueber das Verhalten der Leukocyten des Froschbluts bei elektrischer Reizung liegen bereits detaillirte Angaben vor, die vor geraumer Zeit von Golubew[1]) angestellt worden sind. Derselbe experimentirte mit Entladungs- und Induktionsschlägen, die sich in ihrer Wirkung nicht wesentlich unterscheiden, nur kann die Einwirkung der starken elektrischen Reizung besser bei den Versuchen mit der Elektrisirmaschine beobachtet werden, da dann die Gasentwicklung an den Elektroden viel geringer ist als bei Anwendung des Induktionsapparates.

Es wurde das Verhalten der Zellen untersucht, nach einmaliger schwacher oder starker Reizung durch einzelne oder wiederholte Schläge wie nach wiederholter Reizung und Golubew erhielt dabei die folgenden Resultate.

1) Die amöboiden Zellen ziehen auf Einleiten schwacher Entladungsschläge oder eines einzigen Induktionsschlags im Ver-

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 57, 2. Abtheilung, 1867.

laufe von $\frac{1}{4}$—2 Minuten ihre Fortsätze ganz oder theilweise ein, um dann das Spiel ihrer Bewegungen wieder zu beginnen. Nach stärkeren Schlägen werden ebenfalls von Neuem Fortsätze gebildet, nachdem die abgerundete Zelle bis 2 Minuten sich nicht geregt hat, gleichzeitig aber treten nach einander an verschiedenen Stellen kleine, sich langsam vergrössernde und wieder mit dem Zellkörper zusammenfliessende Tropfen, keulen- oder wurstförmige Gebilde vor, die den Eindruck machen, als ob die äussere Schicht des Körperchens plötzlich einen kleinen Riss bekommen hätte, durch den die innere Masse vorgepresst wird. Dieselbe unterscheidet sich Anfangs nicht von der Substanz der Körperchen, später, vor Aufhören der Bewegung, ist sie viel blasser, nicht selten ganz hyalin. Werden von Neuem Schläge durch das Präparat geleitet, nachdem die Bewegungen des ausgetretenen Tropfens sich wieder etwas verlangsamt haben, so werden die letzteren zunächst beschleunigt und stehen dann still und bei starker Reizung nimmt das Körperchen rasch die Kugelform an und bekommt scharfe Kontouren.

Schon bei einmaligem Einleiten stärkerer Entladungs- und Induktionsschläge treten in der noch undurchsichtigen, ziemlich stark glänzenden Masse des Körperchens oft einige helle, scharf begrenzte Flecken vor, was bei dem unveränderten Körperchen gewöhnlich nicht der Fall ist; nach wiederholter starker Reizung ändern diese Flecke ihre gegenseitige Lage, während Formveränderungen des ganzen Körpers nicht mehr eintreten, fliessen nach Verlauf einer Stunde zusammen, die sie umfassenden Säume werden stellenweise unterbrochen und ihre Bruchstücke allmählig kuglig.

Wenn man, sobald nach der Reizung wieder Bewegungen eintreten, wiederholt Schläge einwirken lässt, so plattet sich die Zelle ab, breitet sich aus, wird ausserordentlich blass und ihr unregelmässig zackiger Kontour ist nur mit Mühe zu unterscheiden. Die Substanz des Körperchens ist dann feinkörnig, sehr blass und durchsichtig und in seiner Mitte finden sich 1—3 von grünen Säumen umfasste helle Flecke (Kerne). Das Körperchen führt langsame Formveränderungen aus und zieht sich von Zeit zu Zeit etwas zusammen; auf erneute Reizung zieht sich die centrale Masse sehr langsam zu einem rundlichen dunkleren Körper zusammen, während der Kontour der blassen peripheren Substanz schärfer geworden ist, bald aber verbreitert sich das Körperchen von Neuem und bekommt seine früheren Eigenschaften wieder. Auf starke,

rasch auf einander folgende Schläge nimmt es mit einem Male die Kugelform an.

Nach Einwirkung einiger Schläge fliessen benachbarte abgerundete Zellen zusammen.

Unter Einwirkung einer grossen Zahl rasch aufeinander folgender starker Schläge wird das Körperchen erst rund, vergrössert sich dann und wird immer blasser, während in seinem Innern die blassen, sich vergrössernden und theilweise zusammenfliessenden Flecken erscheinen. Später gerathen die Körnchen in Molekularbewegung, die körnige Masse zerfliesst in der umgebenden Flüssigkeit und die Körnchen werden immer blasser und verschwinden allmählig, so dass an Stelle des amöboiden Körperchens nur noch die Kerne zurückbleiben. Dabei überzeugt man sich, dass die letzteren den erwähnten blassen Stellen im Innern der Zellen entsprechen. Bisweilen zerfliesst nicht die ganze körnige Masse, sondern nur ein Theil derselben. Die Kerne können dabei auch theilweise miteinander zur Bildung einer unregelmässig gestalteten homogenen Masse zusammenfliessen. Sie treten entweder ganz aus der körnigen Masse heraus oder nur zum Theil. Die letztere nimmt bald wieder die kugeliche Form an und die Körnchen zeigen sehr rasche Molekularbewegung.

Lässt man das elektrische Präparat, nachdem die Körperchen schon Molekularbewegung ihrer Körnchen zeigen aber noch nicht zerflossen sind, für mehr als eine Stunde ruhig liegen, so treten die folgenden Veränderungen ein: die Körnchen werden allmählig grösser, einige erreichen eine beträchtliche Grösse, die Zwischenräume zwischen ihnen werden heller und die Körperchen selbst ebenfalls blasser und heller. Die kleinen Körnchen zeigen Molekularbewegung, die grösseren und die Kügelchen bleiben ruhig liegen.

2) Aehnliche Veränderungen wie an den amöboiden wurden an den sogen. Körnchenzellen beobachtet; ebenso wie an den ersteren können auch an diesen, wenn es in Folge der Reizung zur Bildung von Tropfen und zur Wiederabrundung der Zelle gekommen ist, durch neue Schläge dieselben Erscheinungen wieder hervorgerufen werden. Eine durch starke Entladungsschläge unregelmässig verlängerte Körnchenzelle floss mit dem hyalin gewordenen Theil ihrer Substanz mit einem rothen Blutkörperchen zusammen.

3) In jedem Blutpräparat finden sich Spindelzellen, deren Mitte von einem undeutlichen, nicht scharf abgegrenzten, granu-

lirten Kern eingenommen wird. Im Verlaufe einer Stunde werden diese Zellen kürzer und dicker und verwandeln sich schliesslich in Kugeln, die sich gar nicht von den sogen. freien Kernen unterscheiden. Einige von diesen Kugeln bekommen schliesslich einen hyalinen Hof. Durch elektrische Schläge werden die Zellen allmählig runder, der früher undeutliche Kern tritt deutlicher hervor und wird kleiner.

Die Beobachtungen Golubew's entsprechen den meinigen zunächst darin, dass in Folge elektrischer Reizung die Zellen einmal oder wiederholt zur Zusammenziehung veranlasst werden können, ohne die Fähigkeit, amöboide Bewegungen auszuführen, zu verlieren, wie dies in ähnlicher Weise von Kühne[1]) bei Actinophrys Eichhornii wahrgenommen worden ist. Die Bildung neuer Formelemente aus Körnchen des Plasmas sowie die Neubildung von Kernen ist von Golubew nicht, sondern überhaupt nur das schärfere Vortreten von Kernen beobachtet worden, welche letztere Golubew überhaupt erst dann als Kerne deutlich zu unterscheiden vermochte, nachdem sie durch elektrische Schläge verändert worden waren und schärfere Kontouren erhalten hatten. Dagegen stimmen die Angaben Golubew's über die Verschmelzung von Kernen, über die nach stärkeren Entladungs- und Induktionsschlägen eintretende Sonderung der Kernmembran zu einzelnen sich abrundenden Fragmenten und über die auch unter diesen Umständen noch nicht erloschene Bewegungsfähigkeit der Zellen und ebenso die Angabe über die Volumenszunahme und das Verblassen der Zellen mit meinen Beobachtungen überein.

Die Kerne der Leukocyten werden bekanntlich durch Essigsäure glänzend und scharf kontourirt, während der Zellkörper nach Stricker quillt und durchscheinend wird. Stricker hat desshalb angenommen, dass mit Bildung des Kerns die ihn constituirenden Theile eine chemische Veränderung erfahren. Da aber die Körnchen des Zellkörpers selbst auch anderweitige Veränderungen erfahren als die, welche zur Bildung von Kernen führen so ist es nothwendig, auch das Verhalten der Zellsubstanz bei Einwirkung der Säure einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Setzt man einem Tropfen blutkörperchenhaltigen Serums etwas

---

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

Essigsäure zu, so ergiebt sich nach Mischung der Flüssigkeiten, dass keineswegs in allen amöboiden Zellen der Zellkörper in seiner ganzen Ausdehnung gequollen und durchscheinend geworden ist und dass die Zellen eine wechselnde Menge von Körnchen und von meist kurzen Fäden enthalten, welche nach Einwirkung der Säure scharf vortreten. Nur in einem Theil der Zellen ist die Zellsubstanz gleichmässig zart, durchscheinend, blass und fein granulirt und enthält derbere, glänzende, scharf umschriebene Körnchen nur vereinzelt eingestreut. Andere Zellen schliessen dagegen zahlreichere derbere Körnchen in wechselnd dichter Stellung ein oder es bilden dieselben nebst feineren ebenfalls scharf vortretenden eine sehr in die Augen fallende dunklere Schicht, welche das Zellinnere in grösserer oder geringerer Ausdehnung einnimmt, bald ringsum von durchscheinender, fein und blass granulirter Zellsubstanz umgeben wird, bald stellenweise sich bis zur Zellperipherie erstreckt, den Kern einschliesst oder demselben angelagert ist. Ausserdem finden sich Zellen, die Vakuolen, mit derber, glänzender Wandung, einzelne derbere, unregelmässig geformte, ausgezackte und glänzende Knoten, wie kurze, verhältnissmässig derbe und glänzende Fäden entweder innerhalb der gleichmässig blassen Zellsubstanz enthalten oder innerhalb der eben erwähnten Schicht dicht gestellter Körnchen. Es sind mithin nicht blos die Kerne, welche durch die Säure fixirt werden, sondern auch die Vakuolen, vereinzelte derbere Körnchen wie Gruppen und Schichten derselben und ebenso fädige wie derbere knotige und strangförmige Bildungen.

Wenn nun auch diese Theile ihrer Form nach denen gleichen, die innerhalb der lebenden amöboiden Zelle wahrgenommen werden können, so müssen doch die Befunde nach stattgehabter Einwirkung der Säure controlirt werden durch die Beobachtung der Veränderungen, welche vor sich gehen, wenn die Säure zur Einwirkung gelangt.

1. Einwirkung der Säure auf die (nicht amöboiden) Körnchenzellen.

Bei langsamen Vordringen der Säure werden die blassen und feinen Körnchen und Fäden des Innenkörpers erst nur deutlicher, allmählig aber beträchtlich derber und glänzender und ausserdem bekommen die Körnchen unregelmässige, zackige Kontouren, von denen häufig feine Fortsätze ausgehen, welche benachbarte Körnchen miteinander verbinden. Gleichzeitig hellt sich die Substanz

zwischen den Körnchen und Fäden auf und der ganze Innenkörper erhält damit ein kernartiges Aussehen. Da sich ausser ihm ein Kern nicht findet, kann es auch keinem Zweifel unterliegen, dass er die Bedeutung eines Kerns hat, dagegen fehlt ihm auch nach Einwirkung der Säure in der Regel eine besondere Hülle gänzlich oder tritt nur längs eines Theils seines Umfangs als fädiger Kontour hervor. Dass die derberen, etwas glänzenden Körnchen des Kerninnern zum Theil aus vorher vorhandenen blassen und feinen hervorgehen, dass die letzteren allmählig derber und glänzender werden, lässt sich durch die direkte Beobachtung ermitteln, dagegen bleibt es dahingestellt, ob aus der Grundsubstanz unter dem Einfluss der Säure neue Körnchen und Fäden entstehen können.

Bei Beginn der Säurewirkung verändern sich die gelblichen, den Kern umschliessenden Körnchen nicht merklich, nachdem aber die Säure einige Zeit eingewirkt hat verblassen sie und lassen sich nicht mehr deutlich von einander sondern, so dass es in Zellen, in welchen sie nur eine schmale Schicht um den Kern bilden, den Anschein gewinnen kann, als habe der Kern eine deutliche, durch ihr Verschmelzen zu Stande gekommene Membran.

2. Einwirkung der Säure auf die amöboiden Zellen.

Die amöboiden Zellen erfahren durch Einwirkung der Säure zum Theil gleichartige, zum Theil wechselnde und von der Beschaffenheit ihrer Theile abhängige Veränderungen.

In allen Zellen werden blasse Kerne deutlicher, die Körnchen und Fäden des Kerninnern, wie die Hüllen glänzender, derber, die Kerngrundsubstanz heller und die häufig vorhandenen Membranlücken werden zum Theil geschlossen. Ausserdem entstehen aber auch ein oder ein Paar Kerne in kernlosen Zellen oder neben einem bereits vorhandenen Kerne an Stellen, wo die genaueste Durchmusterung des Zellinhalts vorher nur Körnchen und Fäden hatte erkennen lassen, die sich weder nach ihrer Beschaffenheit noch nach ihrer Anordnung von denen im übrigen Zellinhalt unterscheiden. Ebenso finden sich nach vorgängiger Mischung von Serum mit etwas Essigsäure Kerne in allen amöboiden Zellen, während in unveränderten Blutpräparaten sich immer Zellen finden, die für kurze Zeit oder für die Dauer $\frac{1}{2}$ Stunde und länger kernlos sind. Da sich im Voraus nicht bestimmen lässt, an welchen Stellen sich neue Kerne entwickeln werden, wird man in der Regel durch ihre

Bildung überrascht; mitunter gelingt es aber den Vorgang dabei wahrzunehmen. So hatte sich in einer kernlosen, fein und dunkel granulirten Zelle mit Eintritt der Säurewirkung die Zellsubstanz in eine grössere, dicht granulirte innere Portion und in eine schmale, helle, sehr blasse, sie nicht vollständig umschliessende äussere Portion gesondert. Um die innere Portion bildete sich dann aus verschmelzenden Körnchen ein derber, glänzender Kontour, es entstanden in ihrem Innern aus verschmelzenden feinen Körnchen derbere, durch grössere Zwischenräume von einander getrennte Körnchen, das dicht granulirte Aussehen schwand und das ganze Gebilde bot völlig das Aussehen eines Kerns mit Hülle und körnigem Inhalt.

Die derberen Körnchen und Fäden des Plasma treten nach Einwirkung der Säure deutlicher vor nnd die Körnchen verschmelzen mitunter zu sichel-, haken-, halbkreis- oder hufeisenförmig gekrümmten Fäden.

Zellen, welche von gleichmässig dicht gestellten derberen Körnchen erfüllt sind, verändern bei Einwirkung der Säure ihre Form nicht; Zellen, welche derbere Körnchen in geringerer Zahl oder nur vereinzelt eingestreut erhalten, im Uebrigen eine fein und blass granulirte Beschaffenheit besitzen, ziehen mitunter bei Einwirkung der Säure ihre Fortsätze ein und runden sich ab, andere Male bleibt ihre Form unverändert, dagegen wird das Plasma so weit es blass granulirt ist heller und durchscheinender und lässt die eingestreuten derberen Körnchen deutlicher und schärfer vortreten. Nur ein Theil dieser Zellen quillt mit Verblassen des Plasma mehr oder weniger beträchtlich auf, namentlich auffallend bei intensiver Säurewirkung.

In Folge der Säurewirkung auf die amöboiden Blutkörper erhalten somit blasse Kerne ein derberes, glänzenderes Stroma und eine derbere, glänzendere und vollständigere Hülle; es bilden sich aber ausserdem aus dem Material der Körnchen der Zellsubstanz, soweit dieselben deutlicher vortreten, neue Kerne so wie einzelne längere fädige Gebilde oder es treten die Körnchen nur schärfer vor als vorher während fein und blass granulirtes oder mehr homogenes Plasma heller und durchscheinend wird und in einem Theil der Zellen gleichzeitig mehr oder weniger beträchtlich aufquillt.

Es ist selbstverständlich, dass in Fällen, wo in Folge der Säureeinwirkung ein Kern oder fädige Gebilde aus körnigem Plasma entstehen, wir es mit Kunstprodukten zu thun haben und es wird

mitunter vielleicht nur das Bild eines Kerns vorgetäuscht, wenn sich ring- oder schleifenförmige Fäden gebildet haben, die einen Raum von der Grösse eines Kerns einschliessen. Es wird dies um so wahrscheinlicher als daneben ja vielfach ähnlich beschaffene aber anders geformte, sichel-, haken-, oder hufeisenförmig gekrümmte, ebenfalls neu entstandene Fäden vorkommen. Es würden somit die Plasmakörnchen unter einander theils zu derberen Körnchen theils zu fädigen verschieden geformten Bildungen verschmelzen können, unter Umständen auch in einer Weise, dass dadurch das Bild eines Kerns mit deutlicher Hülle entsteht. Ob nun diese Fähigkeit der Plasmakörnchen durch die Säure in bestimmter Weise verändert zu werden und mit anderen Körnchen zu verschmelzen in Verbindung gebracht werden darf mit ähnlichen Veränderungen, welchen sie unter physiologischen Verhältnissen unterliegen, ist eine Frage deren Beantwortung, abgesehen von der Prüfung der Säurewirkung an anderen lebenden Zellen, die Kenntniss der chemischen Vorgänge voraussetzt, welche die Körnchen bei ihren Veränderungen während des Lebens und nach Einwirkung der Säure erfahren.

In neuerer Zeit hat Robin[1]) die Ansicht aufgestellt, dass den weissen Blutkörperchen in ihrem physiologischen Zustand, ein Kern wie er in andern Zellen enthalten ist, nicht zukommt. Wird die Beschaffenheit der Flüssigkeit, in welcher sich die farblosen Zellen unter normalen Verhältnissen befinden geändert, so entstehen wohl kernartige Körper aber keine Kerne. Die Aenderung in der Beschaffenheit der die farblosen Zellen enthaltenden Flüssigkeit kann durch sehr verschiedene Vorgänge bewirkt und damit Veranlassung zur Entstehung der kernartigen Körper gegeben werden, so durch Ausscheidung von Fibrin, Verdunsten, Fäulniss wie durch Zusatz von Wasser, Speichel, sauren, salzigen oder alkalischen Flüssigkeiten sobald dieselben keine auflösende Wirkung besitzen.

Am auffallendsten tritt aber die künstliche Bildung der kernartigen Körper hervor, wenn Säuren angewendet werden und eine Bestätigung seiner Ansicht, dass es sich nicht um wirkliche Kerne handelt, erhielt Robin durch den Umstand, dass nach Sättigung der Säure mit alkalischen Lösungen die kernartigen Körper schwinden indem die zur Bildung der Kerntheile verschmolzenen Körn-

---

[1]) Sur les corpuscules nucléiformes des leucocytes. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1881.

chen sich wieder von einander trennen. Nach ungefähr 10 Minuten sind die Kerne verschwunden und die Zelle ist wieder so gleichmässig granulirt als vorher. Das Vortreten und Wiederschwinden der Kerne kann auf diese Weise 3—4 Mal hintereinander hervorgebracht werden, jedesmal aber wird nach Schwinden der kernartigen Körper die Granulirung des Protoplasma eine blassere.

Gegen diese Auffassung Robin's ist hervorzuheben, dass Gebilde, die wir den Kernen anderer Zellen an die Seite stellen müssen, unzweifelhaft in den lebenden farblosen Blutkörpern enthalten sind. Die Bildung und Rückbildung der Kerne ist von Stricker in lebenden amöboiden Zellen des nicht defibrinirten Bluts, von mir in lebenden Zellen des defibrinirten Bluts wahrgenommen worden. Ebenso spricht sich Flemming[1]) sehr positiv über das Vorkommen von Kernen in lebenden Leukocyten in und ausserhalb der Gefässe der Salamanderlarve aus, während von mir an den farblosen Zellen des erwachsenen Thiers bei Untersuchung derselben im frisch entnommenen Blut nicht blos Kerne, sondern auch Formveränderungen derselben und Aenderungen in der Beschaffenheit ihres Stromas nachgewiesen wurden. In den von Robin angezogenen Fällen kann es sich nur theils um präexistirende und in Folge der eingetretenen Veränderungen deutlicher und glänzender gewordene Kerne handeln, theils aber um Kerne oder um kernartige Körper, die aus Protoplasmakörnchen in Folge der Einwirkung differenter Agentien und namentlich von Säuren entstanden sind und von denen die einen wie die andern das gleiche Verhalten bei successiver Einwirkung der genannten Reagentien darbieten.

Bezüglich des Entstehens und Vergehens der Kerne in farblosen Zellen erkennt Flemming zwar die Richtigkeit der Stricker'schen Beobachtungen an, glaubt aber, dass trotzdem die Kerne immer da sind und nur durch ihre passive Zerrung und Dehnung im Körper der kriechenden Zelle zeitweise in „unsichtbaren Zustand" gebracht werden. Ich muss diese Auslegung der Vorgänge auf das Entschiedenste zurückweisen, da die Bildung und Rückbildung von Kernen auch ohne das gleichzeitige Vorhandensein von Bewegungen des Zellkörpers zu Stande kommt und da die Sonderung der Kernhülle zu einzelnen Stücken und zu Körnchen, die Sonderung der derberen Körnchen des Kern-

[1]) Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung 1882. S. 89.

innern zu feineren, gleichmässiger vertheilten und ebenso die Vereinigung von Körnchen zur Bildung der Kernhülle und zu Theilen des Kerninnern sich unter dem Auge des Beobachters vollziehen, mithin von einem „unsichtbaren Zustande“ des Kerns gar nicht die Rede sein kann. Zur Annahme eines blossen Verschwindens des Kerns kann übrigens die Ausdrucksweise Stricker's leicht verleiten, wenn er sich des durchaus unpassenden Bildes bedient die Kerne kommen und schwinden „wie die Wellen im Meer“. Die blosse Dehnung der Kerne macht auch dieselben nicht unsichtbar wie Flemming angiebt; bei einigermassen aufmerksamer Beobachtung sieht man die gedehnten Kerne auch dann noch, wenn ihr Mittelstück zu einem so schmalen Strang ausgezogen ist, dass man jeden Augenblick erwartet, eine vollständige Abschnürung zu 2 Kernen eintreten zu sehen. Wenn Flemming ferner genauer auf die wechselnde Beschaffenheit des Plasmas und seiner Einschlüsse geachtet hätte, so würde ihm das Verschmelzen von feineren Körnchen zu derberen wie zu Fäden und zu verzweigten Strängen, das Auftreten von Verdichtungen in der Zellperipherie, die Bildung und das Wiederverschwinden von Vakuolen und das vorübergehende Verblassen und wieder deutlich Vortreten der ganzen Zellen nicht entgangen sein. Die Bildung und Rückbildung von Kernen wird weniger auffallend, wenn man sieht, dass auch die übrigen geformten Theile des Plasma einem Wechsel in ihrer Beschaffenheit unterliegen und Veränderungen eingehen, die denen bei Bildung und Rückbildung der Kerne analog sind. Für die chemische Verwandtschaft der Plasmakörnchen mit den Körnchen des Kerninnern und mit der Kernhülle spricht auch die Essigsäurereaktion. Während die blass und undeutlich granulirten Zellabschnitte verblassen und undeutlich werden, treten wie die Kerne so auch die distinkten Körnchen des Zellinhalts schärfer hervor, ebenso die derberen Körnchen und Fäden, zu deren Bildung sie verschmolzen sind. Es ist deshalb der Satz, welchen Flemming am Schluss des betreffenden Kapitels aufstellt, dass der Kern ein morphologisch und chemisch besonderer und eigenartiger Theil der Zelle sei zunächst für die Leukocyten des Froschbluts und ausserdem für die Zellen unbegründet in welchen der Kern mit den Fäden und Netzen des Zellkörpers zusammenhängt, oder wo auch beim Fehlen solcher Zusammenhänge die Formbestandtheile des Zellkörpers ihrem chemischen Verhalten nach dem Kerne nahe stehen. Meiner Ueberzeugung nach besteht vielmehr der Kern nur aus der dichteren

und kompakteren Anhäufung einer Substanz die auch im Zellkörper in wechselnder Menge enthalten ist und in demselben die gleiche oder eine ähnliche chemische Constitution besitzt.

VI. Veränderungen, welche spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme in den Flimmerepithelien von der Rachenschleimhaut des Frosches entstehen.

In den durch Zerzupfen der Schleimhaut in $\frac{1}{2}$ proc. Kochsalzlösung isolirten Zellreihen und Zellgruppen waren theils kernhaltige theils kernlose Zellen enthalten. In den Zellen ohne Kern fehlt entweder auch ein Kernkörperchen und die Zelle ist dann in ihrer ganzen Ausdehnung äusserst fein und gleichmässig dicht granulirt oder es ist ein deutliches aber blasses Kernkörperchen vorhanden das unmittelbar von granulirter Zellsubstanz umgeben oder von derselben durch einen runden oder ovalen Hof körnchenfreier, homogener Substanz getrennt wird der mitunter die Grösse eines kleinen Kerns erreicht, meist aber einen kleineren Durchmesser besitzt. In den Zellen mit einem Kern ist die Membran desselben häufig sehr lückenhaft und unvollständig, und neben schmalen, spaltförmigen Lücken finden sich auch grössere, welche die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ des Kernumfangs einnehmen und häufig ganz oder theilweise durch Reihen einzelner Körnchen überbrückt werden welche dichter als im Kerninnern und im Zellkörper gestellt sind. Dagegen setzt sich das Kerninnere durch die Lücken ohne alle scharfe Grenze in die umgebende Zellsubstanz fort wenn es dieselbe gleichmässig fein und dicht granulirte Beschaffenheit besitzt wie die letztere, so dass ohne das Vorhandensein einer besonderen, wenn auch lückenhaften Hülle der Kern unter diesen Umständen überhaupt nicht als besonderes Gebilde innerhalb der Zelle vortreten würde. In anderen Zellen ist auch im Bereiche von Kontourlücken der Kern deutlich von der Zellsubstanz gesondert, wenn er zwar gleichmässig aber derber granulirt ist als die letztere oder nur spärliche derbere Körnchen und einzelne Fäden einschliesst oder wenn er ein ganz homogenes Innere besitzt. Die Lückenhaftigkeit der Kernmembran ist von mir auch an den Kernen anderer Zellen, so an den Kernen der Ganglienzellen der Re-

tina und der Vorderhörner, an denen der Epidermiszellen vom Hühnchen wie an den Knorpelzellenkernen nachgewiesen worden, es ist aber auch in den Flimmerzellen wo das Kernkörperchen nur von einer von den Körnchen der Zellsubstanz nirgends deutlich abgegrenzten Schicht homogener Substanz umschlossen wird, dieselbe sammt dem Kernkörperchen als einem Kern gleichwerthig anzusehen. — Bei fortgesetzter Beobachtung zeigt sich dass Hüllentheile sich zu einzelnen Körnchen und kurzen Fäden sondern und Reihen dicht gestellter Körnchen und kurzer Fäden zu neuen Membrantheilen an der Stelle verschwundener oder im Bereiche von schon vorhandenen Lücken verschmelzen und dass auch im Kerninnern sich neue fädige Stromatheile entwickeln können.

Die Zellsustanz ist meist gleichmässig fein und dicht granulirt, nur in einzelnen Zellen ganz oder theilweise netzförmig, besonders zwischen dem Kern und der flimmernden Fläche. Dass die Cilien in den Netzen wurzeln, lässt sich mitunter erkennen, dagegen sind während der Bewegungen der ersteren nur Verschiebungen aber keine Oscillationen der Netzschichten wahrzunehmen. Neben körnchenarmen, nicht scharf umgrenzten Stellen schliesst der Zellkörper mitunter durch eine scharf kontourirte Hülle begrenzte Vakuolen ein, die wohl in Folge der Aufnahme von Zusatzflüssigkeit in das Zellinnere entstanden sind.

Nach Stricker besitzen die Wimperzellen des Froschgaumens selbst im Beginne der Untersuchung (in humor aqueus) keine Kerne. Die zahlreich eingelagerten grobkörnigen Massen können Kerne vortäuschen. Bald aber tauchen in einzelnen Zellen Kerne auf und es fällt nicht schwer an diesen amöboide Bewegungen des Innengerüsts und auch Gestaltveränderungen der Kernhülle wahrzunehmen.

Durch die Einwirkung inducirter Ströme wird die Flimmerbewegung ausserordentlich beschleunigt, entsteht von Neuem, wenn sie bereits erloschen war, erlischt aber dann abermals und kann auch durch erneuertes Durchleiten der Ströme nicht wieder angefacht werden. Die Granulirung im Kern und Zellkörper tritt schärfer hervor, nimmt stellenweise oder in der ganzen Ausdehnung der Zelle einen netzförmigen Charakter an und die Kernkörperchen wie einzelne Fäden und derbere Körnchen des Kerninnern werden schärfer kontourirt. Während bereits vorhandene Vakuolen ganz oder bis auf schmale Spalten schwinden, können sich andere neubilden und gleichzeitig verdichtet sich die Zellperipherie zu einer zarten, homogenen Hülle, von welcher das körnige Plasma

sich allmählig in grösserem oder geringerem Umfang zurückzieht. Im Kern treten nicht nur die vorhandenen Formelemente deutlicher hervor, es bilden sich auch mitunter derbere, zum Theil anastomosirende Fäden die sich mit der Kernhülle verbinden können. Die Membran tritt nicht nur schärfer hervor sondern wird auch vervollständigt, indem vorhandene Lücken durch neu angebildete Fäden oder durch Reihen sehr dicht gestellter Körnchen geschlossen werden. Beim Verschluss kleiner Lücken bleiben die Kontouren ziemlich regelmässig rund oder oval, grössere Lücken schliessen sich zwar auch, der angebildete Hüllenabschnitt erhält aber dann häufig eine unregelmässige Form. Ausserdem kommt es mitunter gleichzeitig zu Differenzirungen, Umbildungen und Formveränderungen einzelner bereits vorhandener Membrantheile. Der Neubildung eines Membranabschnitts geht das Auftreten sehr dicht gestellter Körnchen voraus, die Anfangs zu Gruppen und Zügen angeordnet sind, die bald mehr in das Kerninnere bald mehr in den Zellkörper vorspringen, sich später zur Bildung einer mehr gleichmässig fortlaufenden ein- oder mehrfachen Reihe dichter aneinander lagern und dann miteinander zur Bildung eines glatten oder gekörnten Kontours verschmelzen. Derselbe füllt aber den vorhandenen Defekt der Kernhülle nicht immer vollständig aus, sondern lässt noch kleinere oder grössere Lücken frei in denen die Kerngrenze nur durch bald mehr bald weniger dicht aneinander gelagerte Reihen und Gruppen von Körnchen gebildet wird. Bei Aenderung der Einstellung treten an Stelle des neu entstandenen Hüllenabschnitts wieder Körnchenreihen vor, derselbe ist somit dann nicht der Ausdruck einer bläschenförmigen oder schaligen Membran. Seiner Form nach ergänzt der angebildete Membranabschnitt den bereits vorhandenen häufig nicht zu einem Kreis oder Oval, sondern zeigt eine unregelmässige Configuration, ist bauchig vorgewölbt oder erscheint als ein stumpf kegelförmiger oder zipfelförmiger Kernanhang. Gleichzeitig erfahren mitunter die bereits vorhandenen fädigen Theile der Hülle ebenfalls Veränderungen, ihre Enden biegen in das Kerninnere ein oder greifen sich verlängernd in das körnige Plasma aus, ausserdem können auch die neugebildeten Theile der Hülle sich wieder körnig differenziren oder ihre Form verändern.

In Zellen die nur ein Kernkörperchen aber keinen abgegrenzten Kern besitzen, entsteht das Bild eines solchen sobald sich aus zu Fäden verschmelzenden oder reihenweise sehr dicht gestellten

Körnchen eine besondere Membran gebildet hat; in kernlosen Zellen die ein Kernkörperchen nicht wahrnehmen lassen, tritt unter der Einwirkung der Ströme entweder nur ein Kernkörperchen hervor oder um dasselbe und die es umschliessende Substanzschicht bildet sich eine körnig-fädige Hülle.

Die im Kern eintretenden Neu- und Rückbildungen entsprechen somit ihrer Art nach den spontan sich entwickelnden, vollziehen sich aber, wie auch in den Kernen der Leukocyten vom Frosch und Salamander rascher als die letzteren.

In der Flimmerzelle Fig. 39*a* besitzt der Kern nur im Bereiche seines linkseitigen Umfangs eine im Durchschnitt fädige Hülle, während in der übrigen Ausdehnung seines Umfangs seine sehr blass- und feinkörnige periphere Zone ohne alle deutliche Begrenzung in das umgebende, etwas deutlicher körnige Plasma übergeht. Unter Einwirkung der Ströme verlängert sich erst der fädige Kernkontour, dann schnürt sich der verlängerte Abschnitt wieder ab und sondert sich zu einzelnen Körnchen, während das zurückgebliebene Stück des Kontours sich mit seinen beiden Enden etwas nach dem Kernkörperchen zu einbiegt. Der Kernkontour vervollständigt sich dann zu einem unregelmässigen Oval durch reihenweise Anhäufung dicht gestellter Körnchen die rechts zu einem Faden verschmelzen, an dessen Stelle beim Wechsel der Einstellung wieder eine Körnchenreihe sichtbar wird (Fig. 39 *b*). Die in *a* blassen Plasmakörnchen treten nach Einwirkung der Ströme in *b* schärfer hervor.

Der Kern der Zelle Fig. 40*a* ist in der Umgebung des Kernkörperchens homogen, in seiner Peripherie sehr blass granulirt; im Bereiche der Kontourlücken links geht sein blasskörniger Inhalt ohne alle scharfe Grenze in das etwas deutlicher granulirte Plasma über. Während der Einwirkung der Ströme verändert sich die Form des Kerns im Ganzen und seine Hülle erhält an ihrem unteren Umfang links eine kleine schleifenförmige Ausbiegung; gleichzeitig bildet sich ein mit der letzteren zusammenhängender Faden, der das Kerninnere schräg durchsetzt und mit dem gegenüberliegenden Theil der Hülle verschmilzt (Fig. 40 *b*). Die Lücke am Kernumfang links schliesst sich durch dichtgestellte, mit einander verschmelzende Körnchen.

In den beiden Zellen Fig. 41 ging die blass und fein granulirte Substanz der Kerne am oberen Umfang derselben ganz allmählig in das etwas derber und deutlich granulirte Plasma über. Unter dem Einfluss der Ströme bildet sich am Kerne links eine

fädige, am Kerne rechts eine theils körnige theils fädige Begrenzung entlang ihres oberen Umfangs aus.

Die Zelle Fig. 42 *a* besitzt statt eines Kerns nur ein von einem Hof homogener Substanz umgebenes Kernkörperchen. Das Plasma ist nicht gleichmässig körnig, sondern enthält eine Anzahl körnchenarmer Stellen die aber nicht durch eine besondere Hülle abgegrenzt sind. Während der Einwirkung der Ströme bildet sich ein biskuitförmiges, kernartiges Gebilde indem die homogene, das Kernkörperchen umgebende Schicht einseitig an Ausdehnung gewinnt und eine Begrenzung durch dicht gestellte Körnchen erhält, die namentlich am unteren Umfang deutlich vortritt (*b*). Nach Unterbrechung der Ströme zieht sich der Zellinhalt von der Hülle zurück, die sich während ihres Durchtretens gebildet hat.

VII. Spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme eintretende Umbildungen der Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut und in dem Epithel der Hautdrüsen junger Kröten; Umwandlung blasser Kerne aus verschiedenen Geweben derselben Thiere in glänzende Kerne.

In der Rachenschleimhaut junger 2 Cm. langer Kröten finden sich theils in den Flimmerzellen, theils zwischen denselben in wechselnder Häufigkeit runde, ovale oder gestreckte Haufen gelblich glänzender, dicht zusammengedrängter Körner die ein ähnliches Aussehen besitzen wie die Körner der Krebsblutkörper aber etwas kleiner als dieselben sind. In einzelnen Haufen haben die Körner ein blasses, fein granulirtes Aussehen. In einem Theil der Körnerhaufen wurden im Verlaufe einer Stunde gar keine Veränderungen beobachtet, in anderen zerfallen dagegen die Körner zum grossen Theil zu blasser feinkörniger Substanz oder verschmelzen miteinander zu blassen homogenen Schollen. Auffallende, von lebhaften Bewegungserscheinungen begleitete Umbildungen wurden nur einmal, an einem durch Zerzupfen aus der Schleimhaut ausgelösten, frei im Blutserum schwimmenden Körnerhaufen beobachtet. Nachdem die meisten der Körner theils zu fein gra-

nulirter Substanz zerfallen, theils unter Verblassen miteinander verschmolzen waren, entstanden und schwanden im Innern der Scholle Vakuolen; es differenzirten sich aus ihrer Substanz Körnchen, kleine Körner, feine und derbere Fäden unter lebhaften und zum Theil stossweise erfolgenden Bewegungen des ganzen Körpers der sich rasch verlängert und dann wieder die runde Form annimmt. Darauf erhält derselbe längs der Hälfte seines Umfangs eine Hülle und es sondert sich eine dichtere, körnig-fädige, die centralen Abschnitte einnehmende Masse von einer blassen, hyalinen peripheren Schicht die von Fäden durchsetzt wird, welche von der Hülle nach dem dichteren Inhalt ziehen und später schwinden. Mit dieser Sonderung in 2 Schichten werden die Umbildungen im Innern träger und treten Bewegungen des ganzen Körpers überhaupt nicht wieder ein. Da der Körnerklumpen aus dem Zusammenhange mit der Schleimhaut ausgelöst war, befand er sich jedenfalls nicht unter Bedingungen die als den physiologischen entsprechende angesehen werden dürfen, immer ist es aber von Interesse, dass der aus verschmolzenen Körnern entstandene Körper den amöboiden ähnliche Bewegungen ausführen konnte und dass aus seiner Substanz sich neue Formelemente differenzirten. Die Menge des die Körner verkittenden Plasmas war, da dieselben dicht zusammengedrängt waren nur eine sehr geringe und es ist zwar die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass durch dasselbe Bewegungen zu Stande gekommen sind, indessen sehr viel wahrscheinlicher sind dieselben vorwiegend durch die sich verflüssigende Substanz der Körner bewirkt worden.

Einzelne Körnerhaufen verändern sich auch auf $^1/_2$ Minute langes Einleiten starker Ströme gar nicht, während andere schwinden nach nur momentanem oder wenige Sekunden dauernden Einleiten schwächerer Ströme. Die Körner gerathen in Bewegung, werden zum Theil vakuolisirt, fliessen auseinander und an ihrer Stelle bleibt ein blasser Körper zurück, dessen Umfang den des Körnerhaufens bis um das 4fache übertreffen kann und dessen Substanz homogen bleibt oder sich zu einzelnen feinen Körnchen und feinen Fäden verdichtet, deren Menge allmählig zunimmt, während andere Male sich zierliche Fadennetze entwickeln. Die Peripherie verdichtet sich mitunter in grösserem oder geringerem Umfang zu einer Hülle.

Es zeigen mithin die Körner nach ihrer Fähigkeit sich spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme zu verflüssigen ein ganz ähnliches Verhalten wie die Körner in Krebsblutkörpern.

Haufen dicht gedrängter, ähnlicher, zum Theil kleine Vakuolen einschliessender Körner finden sich auch in den Hautdrüsen[1]), in denen sie vorwiegend die an das Lumen grenzenden Abschnitte der Drüsenzellen einnehmen. Spontane Veränderungen der Körnerhaufen wurden auch im Verlaufe mehrerer Stunden nicht beobachtet, ebensowenig traten solche in vielen Körnerhaufen ein, wenn sie bis eine Minute lang der Einwirkung starker Ströme ausgesetzt wurden. Dagegen verblassten und schwanden die Körner anderer Haufen unter der Einwirkung der letzteren und verschmolzen zu homogener oder zu feinkörniger Substanz. Gleichzeitig traten die vorher nur undeutlich sichtbaren Kerne schärfer hervor.

Dass auch blasse Kerne anderer Gewebe unter dem Einfluss der Ströme sich in ähnlicher Weise verändern können, ergab sich aus dem Verhalten der blassen Kerne des Alveolar-

---

[1]) In der Haut der Frösche müssen nach Engelmann (die Hautdrüsen des Froschs, Pflüger's Archiv Bd. V) Körner- und Schleimdrüsen unterschieden werden. Die Körnerdrüsen finden sich in den Ohrwülsten, an den Seiten des Rückens, an der innern und äusseren Seite der Rückenfläche des Ober- und Unterschenkels und in der Schwimmhaut; in der letzteren vereinzelt in der Nähe der Phalangen, namentlich auf der Rückseite. Das Protoplasma und der Kern der Drüsenzellen befinden sich am Grunde der Zelle, von wo ein dünner Wandbeleg sich nach der Mündung erstreckt. Der grösste Theil des Zellinhalts wird von Körnern eingenommen, die in der lebenden Drüse einen Durchmesser von 0,002—0,01 Mm. besitzen. Sie bestehen aus einer quellungsfähigen Substanz, die wahrscheinlich ausser albuminoiden Körpern einen mit Zalesky's Samandarin verwandten oder identischen Stoff in grösserer Menge enthält. Nach Aufquellen in Wasser sinken die Körner mit einem Ruck unter Erblassen, oft auf $^1|_4$—$^1|_9$ des Volumens, zusammen. Zugleich kommen in ihnen einige kaum messbare Körnchen zum Vorschein von denen einige sich bald lösten, die anderen sich allmählig durch die Flüssigkeit verbreiteten. Aehnlich wie Wasser wirkten Essig- und Salzsäure. Concentrirt lösten sie die Körner völlig auf. Auch Aether und Alkohol (kalt) brachten die Körner zum Verschwinden. In Kalilauge von 10—35 Proc. schrumpften sie auf etwa $^3|_4$ bis $^2|_3$ des Durchmessers, bekamen eine unregelmässige Form, eine dicke Membran und einen undeutlich körnigen, stark lichtbrechenden Inhalt. Auch in Kochsalz von 5—10 Proc. schrumpften sie stark, blieben aber kugelich. Sie gaben die Xanthoproteinreaktion deutlich.

Den Körnerdrüsen der Frösche entsprechen die Gift- oder Seitendrüsen der Kröten, die Ohr- und Seitendrüsen der Salamander und Tritonen.

epithels und des Sternalknorpels. Die Kerne des ersteren besitzen ein zartes, blasses Stroma und eine blasse Hülle, die beide unter dem Einfluss der Ströme sofort glänzend werden. Im Sternalknorpel besitzen die meisten Kerne eine schärfer vortretende Hülle und ein sehr blasses Stroma, das unter dem Einfluss der Ströme in einem Theil der Kerne glänzend wird. Dagegen wurden die blassen Kerne der Nickhautepithelien durch die Ströme gar nicht und ebensowenig die Kerne der Epidermiszellen verändert, welche in der obersten Zellschicht vollkommen homogen sind, in den tieferen Schichten theils nur kleine Vakuolen einschliessen, theils ein deutliches Stroma und eine Hülle besitzen. Etwas abweichend verhielten sich die Kerne in der obersten Zellschicht der Epidermis eines 3 Cm. langen Froschs. Dieselben besassen theils ein scharf gezeichnetes Stroma und eine deutliche Hülle, theils einen homogenen Inhalt und eine blasse Hülle. Die letztere tritt mit Einleiten der Ströme schärfer hervor, während der homogene Inhalt sich zu einzelnen Körnchen, Kernkörperchen, feineren und derberen Fäden sondert, so dass die Kerne dann ganz das Aussehen von solchen besitzen, welche von Anfang an ein Stroma besassen.

VIII. Veränderungen der Blutkörper der Puppen von Dasichyra pudibunda und Deilephila Euphorbiae durch inducirte Ströme.

Im Blute einer 4 Wochen alten Puppe von Dasichyra pudibunda waren grössere und kleine rundliche oder polygonale, zum Theil mit Fortsätzen versehene Zellen enthalten die ein sehr blasses, fein granulirtes Plasma und einen ebenfalls blass granulirten oder homogenen Kern besitzen, dessen Körnchen nur in wenigen Zellen derber, schärfer kontourirt und etwas glänzend waren. — Auf Einleiten inducirter Ströme wird die Granulirung des Plasma rasch derber und deutlicher, die homogenen Kerne erhalten einen Inhalt von wechselnd grossen, glänzenden, scharf umschriebenen Körnchen und die Körnchen blasser Kerne traten schärfer und deutlicher hervor. Vereinzelt kommen ziemlich kleine Zellen vor die vorwiegend aus derberen, mattglänzenden Körnchen bestehen, keinen Hof hyalinen Plasmas besitzen, keinen Kern enthalten und langsame Formveränderungen ausführen. Die Körnchen sind entweder bei ziemlich dichter Stellung gleichmässig im

ganzen Zellinnern vertheilt oder es findet sich in den centralen Partien eine kleine Lichtung, in welcher Körnchen ganz fehlen oder nur sehr vereinzelt eingelagert sind und deren Umfang von den umgebenden Körnchen nirgends scharf abgegrenzt ist. Unmittelbar nach Einleiten der Ströme verblassen diese Zellen, so dass sie kaum noch wahrzunehmen und nicht mehr zu begrenzen sind und in der verblassten Substanz derselben tritt erst mit ganz verschwommenen Umrissen und Inhalt allmählich aber immer deutlicher ein Kern mit deutlicher Hülle und scharf gezeichnetem körnig-fädigen Inhalt hervor der von einer äusserst zart granulirten, nur schwer zu begrenzenden Plasmaschicht umgeben wird. Das Verblassen der Zellen unter dem Einfluss der Ströme stimmt mit dem von Golubew und mir an Leukocyten vom Frosch Beobachteten überein, wo aber auch der spontane Eintritt des gleichen Vorgangs wahrgenommen wurde und die Zelle nach einiger Zeit wieder eine deutlich granulirte Beschaffenheit annimmt.

Im Blute einer 6 Monate alten Puppe von Deilephila Euphorbiae waren in sparsamer Vertheilung blasse, kleinere und grössere Zellen enthalten, die theils eine runde oder ovale, theils eine unregelmässige Form und kurze zackige oder sehr lange Ausläufer besitzen. Die Zellsubstanz ist homogen oder sehr fein und blass granulirt und enthält in einzelnen Zellen noch eine wechselnde Zahl kleiner glänzender, gelblicher Körner und ebensolcher Körnchen. Die Kerne sind homogen oder enthalten Körnchen, die denen des Plasma gleichen und nur dichter gestellt oder derber sind als die letzteren. Die Kernmembran wird häufig nur durch Körnchen gebildet, die glänzender, etwas derber und dichter gestellt sind als die Körnchen des Kerninnern, so dass auch beim Wechsel der Einstellung der Kernkontour nur durch Körnchenkreise von wechselndem Radius gebildet wird; die Hülle anderer Kerne enthält neben Körnchen noch fädige Bestandtheile und manchen Kernen fehlt eine besondere Hülle ganz, die Körnchen der Peripherie haben dieselbe Stärke und sind ebenso dicht gestellt wie die des Kerninnern. Auf Einleiten schwächerer und häufig auch auf Einleiten starker inducirter Ströme verändern sich die Zellen gar nicht; andere Male werden unter dem Einfluss starker Ströme die Fortsätze langsam zurückgebildet und die Körnchen des Kerninnern schwinden zum Theil, zum Theil vertheilen sich dieselben in anderer Weise.

IX. Veränderungen der Körnerhaufen[1]) im Entoderm von Hydra fusca unter dem Einfluss inducirter Ströme.

Körner von ganz ähnlicher Beschaffenheit und Grösse wie die in den Krebsblutkörpern füllen neben einem hellen, durchsichtigen Kern mit homogenem Innern und zarter Hülle das Innere der Zellen des Entoderms von Hydra f. häufig mehr oder weniger vollständig aus und verändern sich auf Einleiten inducirter Ströme und nach Einwirkung von Essigsäure in ähnlicher Weise wie die Körner der Krebsblutkörper. Auf Zusatz von 10 proc. Kochsalzlösung verblassen die meisten Körner und bekommen ein zart granulirtes Aussehen, während die übrigen ihren starken Glanz behalten. In 2 proc. Sodalösung verblassen nur die grösseren, stark glänzenden. — Auf Einleiten schwacher Ströme sieht man die Körner auseinanderrücken und dann ein Korn nach dem andern sich vergrössern, verblassen und unter Auftreten einer sehr fein granulirten Substanz schwinden. Bei Anwendung stärkerer Ströme erfogt die Verflüssigung der Körner rasch und gleichzeitig. Durch Zerzupfen isolirte Körnerklumpen vergrössern sich während der Verflüssigung der Körner, es werden buckelförmige Fortsätze vorgetrieben und die Masse fliesst nach allen Seiten auseinander. Sehr bald verdichtet sich dieselbe aber wieder und ihre Kontouren runden sich ab, während in ihrem Innern sich theils Körnchen, theils feinfädige und engmaschige Netze bilden. Während der Verflüssigung der Körner erhält der Kern eine glänzende Hülle,

---

[1]) Die grösseren und kleineren Körner im Körper von Amoeben bestehen nach Brandt (biologisches Centralblatt 1881, N. 7) aus extranukleärem Nuklein. Im Endosark alter Exemplare von Amoeba proteus sind sie zahlreich in der Grösse von 1,5—3 μ vorhanden, zeigen dasselbe Brechungsvermögen und dieselben Reaktionen wie die Kernkörper. Sie sind löslich in Ammoniak und in 1proc. Sodalösung, werden durch Alkohol coagulirt und dann unlöslich in den genannten Lösungsmitteln und lassen sich durch Hämotoxylin leicht und stark färben, im lebenden Thier genau in derselben Weise wie die Kernkörper. Da sie selbst in alten Exemplaren noch sehr viel zahlreicher als die Kerne sind und diese ausser dem Kernsaft nur kleine Kernkörper enthalten, so ist bei diesen Organismen die Menge des extranukleären Nukleins eine sehr viel grössere als die des intranukleären. Junge Exemplare besitzen überhaupt gar keinen „Kern", sondern nur grosse kompakte Nukleinkugeln.

das Kernkörperchen wird scharf kontourirt und im Kerninnern treten erst feine und blasse, dann derbere und dunklere Körnchen auf.

Umbildungen der Netze des Ento- und Ektoderms der Tentakel.

Die blass und fein granulirte Substanz des Ento- und Ektoderms der Tentakel schliesst in wechselnd dichter Stellung derbere, blasse Körnchen, kleine Körner sowie feine und kurze und längere, etwas derbere Fäden ein; ausserdem finden sich aber sowohl im Entoderm als im Ektoderm stellenweise und als vorübergehende Bildungen Fadennetze meist in Form einzelner Lamellen, mitunter aber auch geschichtet, die bald sehr feinfädig und engmaschig, bald weitmaschig sind und dann bezüglich der Form der Maschen wie der Stärke ihrer Septa und Knotenpunkte die grössten Verschiedenheiten darbieten. Wenn der Druck des Deckgläschens die Bewegungen der unversehrten oder zerzupften Tentakel erheblich verlangsamt hat, aber auch während der Ruhezustände von noch zu lebhaften Bewegungen befähigten Tentakeln lässt sich die Bildung von Fäden und Netzen aus fein und blass granulirter oder aus nahezu homogener Substanz, ihre Umbildung und ihre Rückbildung zu der letzteren leicht verfolgen. Es entstehen während der Beobachtung und ohne dass durch Verschiebungen oder Bewegungen benachbarter Theile eine Täuschung veranlasst würde, aus fein granulirter oder nahezu homogener Substanz einzelne blasse Fäden wie einzelne blasse Septa die allmählig sich verdicken und einen stärkeren Glanz erhalten können. Behält man einzelne Fäden oder etwas derbere Fasern im Auge, so nimmt man Aenderungen ihrer Form, das Auftreten von Ausbiegungen und mitunter auch den Eintritt von Oscillationen wahr, die ganz denselben Charakter tragen wie die Oscillationen von Fäden in Pflanzenzellen mit strömendem Plasma. Ein einzelner Faden kann unter theilweisem Schwund sich verkürzen, mit einem benachbarten verschmelzen und sich durch Abschnürung theilen. In ganz ähnlicher Weise verändern sich einzelne Septa oder eine grössere Zahl derselben innerhalb ganzer Netzlamellen, dieselben werden körnig, körnig gewordene wieder fädig und glänzend und mitunter schwinden ganze Netzabschnitte, an deren Stelle eine fein granulirte Substanz tritt, aus welcher sich von Neuem Netze mit anders beschaffenen Septen entwickeln können. Es kann auf diese Weise eine Netzlamelle im Verlaufe von 10—15 Minuten ihr Aussehen

völlig ändern und ausserdem an Grösse zu- oder abnehmen, wenn ein Theil derselben sich zu fein granulirter Substanz auflöst oder aus der letzteren, so weit sie bereits vorhandene Netze umschliesst, sich neue Netze entwickeln und mit den letzteren verbinden. Am auffallendsten sind die Formveränderungen der Netze im Entoderm da die Maschen hier nicht selten eine sehr beträchtliche Grösse erreichen, die Septa verhältnissmässig derb und ihre Bewegungen leicht wahrzunehmen sind. Sehr wahrscheinlich bilden die Netze sammt der fein granulirten Substanz in toto ein kontraktiles Gewebe und ist die Kontraktilität nicht ausschliesslich an einzelne Formelemente gebunden. Auch im Körperparenchym von Infusorien lässt sich während der Pausen zwischen ihren Bewegungen an Stelle einer feinen und blassen Granulirung mitunter das Vorhandensein von äusserst engmaschigen blassen Netzen konstatiren, welche einzelne weitere, ihre Form und Grösse wechselnde Maschen einschliessen.

Auf Zusatz von 1 proc. Chlorkaliumlösung zum Wasser zwischen Objektträger und Deckgläschen werden die Bewegungen der Tentakel sehr verlangsamt und erlöschen nach einiger Zeit ganz nachdem die Tentakel sich mehr und mehr zusammengezogen haben. Körnchen, Fäden und Netze treten in Folge der Einwirkung des Reagens schärfer hervor und der ganze Tentakel bekommt ein dunkleres Aussehen. Nach Zusatz einer 2—5 proc. Lösung wird das schärfere Vortreten der Fäden, Körnchen und Netze noch auffallender. Die Bewegungen des Thiers erlöschen völlig kurze Zeit nachdem dem Wasser zwischen Deckglas und Objektträger ein Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Strychnin zugesetzt worden ist. Veränderungen in der Beschaffenheit des Gewebes treten dabei nicht ein.

Bekannt ist, dass die Hydren das Licht suchen und sich an der Lichtseite der Gefässe ansammeln, in denen sie enthalten sind. Plötzliche starke Belichtung dagegen veranlasst die Thiere zu Kontraktionen. Wenn man dieselben durch die Spitze des Lichtkegels einer Sammellinse belichtet, ziehen sich nach einer Sekunde oder nach ein Paar Sekunden der Körper und die Tentakel zusammen um sich nach einiger Zeit wieder zu strecken; durch Belichtung nur einzelner Tentakel gelingt es aber, diese auch für sich zur Zusammenziehung zu veranlassen.

X. Uebersicht der Befunde von Veränderungen, die sich in den Blutkörpern wie in Gewebszellen verschiedener Thiere spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme entwickeln.

Ueberblickt man die geschilderten, in gleich- und verschiedenartigen Zellen sich spontan entwickelnden Veränderungen, so zeigt sich, dass entweder vorhandene Theile nur ihre Beschaffenheit ändern, umgebildet werden, oder dass sie rückgebildet oder dass Formelemente ganz neugebildet werden. Um- und Neubildungsvorgänge können sich combiniren, wenn vorhandene Formelemente bei der Entstehung neuer zu deren Bildung mit verbraucht werden.

1) Umbildungen von Zellbestandtheilen. Hierher gehören in den Froschleukocyten das Glänzenderwerden und wieder Verblassen von ganzen Kernen oder von Theilen ihres Innern und ihrer Hülle, die analogen Veränderungen der Plasmakörnchen, die Verschmelzung von Fäden und Körnchen im Kern und im Plasma zu derberen und meist auch glänzenderen Bildungen wie zur Bildung ganzer Kerne und der Hülle von Vakuolen und die Wiedersonderung von Fäden, fädigen Strängen, derberen Körnchen und knotigen Bildungen, wie der Hülle und der derberen Stromatheile ganzer Kerne zu blassen und feineren Körnchen; in den Flimmerzellen vom Frosch die Sonderung von fädigen Abschnitten der Kernhülle zu Körnchen oder kürzeren Fadenstücken und die Verschmelzung von einzelnen Körnchen zu fädigen Theilen der Hülle, ebenso die Verschmelzung kurzer fädiger Theile der Hülle zu längeren fädigen Abschnitten derselben; in den Krebsblutkörpern die Verschmelzung und Wiedersonderung von Stromatheilen blasser Kerne, das Glänzendwerden des blassen Kernstromas, das Glänzendwerden einzelner Abschnitte des Reiserwerks von Fäden in Zellen ohne Kern oder Kernanlage, die Verschmelzung und Wiedersonderung von Körnern und von Körnchen, die Auflösung von Netzen zu Körnchen und ihre Wiederbildung zu solchen und das Verschmelzen von Körnern und Körnchen zur Bildung der Kernmembran allein oder auch peripherer Stromatheile.

Unter der Bezeichnung Umbildungen sind somit Vorgänge verschiedener Art inbegriffen, die nur das gemeinschaftlich haben,

dass die vorhandenen Theile dabei nicht schwinden. Sie bilden sich zu anderen Formelementen um mit oder ohne gleichzeitige Aenderung ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit oder die letztere ändert sich bei Erhaltung der Form der Theile. Neue Formelemente von der gleichen oder nicht nachweislich verschiedenen Beschaffenheit werden gebildet, wenn Körner, Körnchen und Stromatheile blasser Kerne in den Krebsblutkörpern verschmelzen und sich nach ihrer Verschmelzung wieder zu ähnlichen Gebilden wie die, aus denen sie hervorgegangen sind, sondern und ebenso, wenn in den Kernen der Flimmerzellen vom Frosch sich Theile der Hülle zu Körnchen sondern oder Körnchen zu fädigen Hüllenabschnitten verschmelzen. In den Froschleukocyten erhalten dagegen die Plasmakörnchen wie die aus ihrer Verschmelzung hervorgegangenen Bildungen häufig einen stärkeren Glanz und verlieren denselben wieder ohne sich sonst zu verändern oder sondern sich gleichzeitig zu blassen Körnchen. Mit der Verschmelzung der Körner und Körnchen der Krebsblutkörper zur Bildung der Kernhülle ist ebenfalls eine Aenderung ihrer Beschaffenheit verbunden und eine solche tritt ein ohne erhebliche gleichzeitige Formveränderungen der Theile, wenn das stabile aber blasse Kernstroma der Krebsblutkörper glänzend wird.

2) Rückbildungen von Zellbestandtheilen. Zu denselben gehören der Schwund von Körnchen und Fäden der Kernmembran und des Kerninnern in den Leukocyten vom Frosch und Salamander wie der vorübergehende völlige Schwund sämmtlicher geformter Theile in den Froschleukocyten, die Verflüssigung der Körner, Körnchen und Netze im Plasma der Krebsblutkörper, die von dem Auftreten einer sehr feinen und blassen Granulirung begleitete Verflüssigung der Körnerhaufen in den Blutkörpern von Asellus aquaticus und der Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut junger Kröten, ausserdem der Schwund der Netze oder von Netzbestandtheilen im Ekto- und Entoderm von Hydra. Es können demnach Theile, die nach ihrem Verhalten gegen Essigsäure nachweislich eine verschiedene chemische Beschaffenheit besitzen wie die Körnchen und Fäden in Froschleukocyten und die Körner und Körnchen der Krebsblutkörper sich im homogenen Plasma unter dem Einfluss der in der lebenden Zelle thätigen Kräfte verflüssigen, während gleiche oder ähnliche Formelemente sich gleichzeitig oder später aus homogenem Plasma neubilden.

3) Neubildungen von Zellbestandtheilen. Aus homogenen oder fein und blass körnig-fädig differenzirten Kernanlagen der Krebsblutkörper entstehen blasse oder glänzende Kerne, deren Membran mitunter nachträglich knotige, zapfen- oder leistenförmige Verdickungen erhält und ebenso verdicken sich nachträglich einzelne Stromatheile; in Kernen mit blassem Stroma entstehen neue Stromatheile, während bereits vorhandene wieder schwinden. In vereinzelten farbigen Salamander-Blutkörpern schwindet das ausnahmsweise vorhandene blasse Stroma des Kerns, derselbe wird erst wieder homogen und es entwickelt sich dann ein neues und glänzendes Stroma. In den Kernen der Leukocyten von Fröschen und Salamandern und in denen der Flimmerzellen vom Frosch werden vorhandene Kontourlücken durch neugebildete Theile geschlossen und ebenso entstehen im Innern der Kerne Körnchen und Fäden aus formloser Substanz. Aus homogener oder fein und blass granulirter Substanz der Tentakel von Hydra entwickeln sich Fadennetze.

Zur Gewinnung einer Uebersicht sind als Um-, Rück- und Neubildungen Vorgänge zusammengefasst worden, die zwar ihrer Art nach verschieden sind, aber als Theilerscheinungen der in der Zelle ablaufenden Lebensprozesse untereinander doch in engem Zusammenhang stehen, wie die Bildung und Verflüssigung, das Glänzendwerden und wieder Verblassen, das Verschmelzen und das sich wieder Sondern von Formelementen im Kern und im Zellkörper. Ueber die Bedeutung, welche diesen Vorgängen zukommt, lässt sich nur ganz im Allgemeinen so viel sagen, dass sie sehr wahrscheinlich an den Ernährungsvorgängen und am Stoffwechsel betheiligt sind und somit zur Erhaltung der Zelle und ihrer funktionellen Leistungsfähigkeit beitragen, dagegen fehlen alle Anhaltepunkte, um eine Einsicht in die Bedingungen ihres Zustandekommens zu erhalten. In den Krebsblutkörpern laufen die Veränderungen nicht nur in einer bestimmten Weise ab und bewirken eine völlige Umbildung der ganzen Zelle, sondern es kommt während und nach der Verflüssigung der Körner und Körnchen auch zur Abschnürung von kugelförmigen, grösseren und kleineren Portionen des nukleinhaltigen Plasmas, die vielleicht im Blute weitere Veränderungen eingehen, sich lösen und zum Aufbau der Gewebe wie zur Restitution verbrauchter Zell- und Gewebsbestandtheile beitragen. Während der Häutung wird der Verbrauch von Bildungsmaterial voraussichtlich ein sehr beträcht-

licher sein, da während dieser Periode die Nahrungsaufnahme jedenfalls eine sehr beschränkte ist.

Die Bildung und Verflüssigung geformter Theile des Zellplasmas ist von mir schon früher in Pflanzenzellen [1]) wahrgenommen worden, die zur Verfolgung dieser Vorgänge sehr günstige Objekte darbieten.

In Netzschollen aus den Zellen der Blätter von Aloe arboresc. wurde die Verschmelzung von Körnchen und von Fäden wie die Quertheilung und Neubildung von Fäden beobachtet, so dass die Anordnung der Netztheile eine andere wurde.

Häufiger und leichter lassen sich die bezüglichen Vorgänge in Zellen und strömendem Plasma verfolgen.

In den Staubfädenhaaren von Tradescantia verdichtet sich das Plasma nicht nur zu Buckeln und Wülsten, die in ihrer ganzen Dicke oder nur in ihrer Peripherie ein merklich stärkeres Brechungsvermögen besitzen als das erstere, sondern auch zu einzelnen Fäden und zu blassen oder zu scharf vortretenden Netzen, deren Septa ihre Form ändern, früher oder später sich wieder verflüssigen und mit dem Stroma verschmelzen. Ebenso ändern runde, cirkulirende Plasmaklumpen ihre Beschaffenheit, differenziren sich in ihrer ganzen Dicke zu Maschen, deren Form und Grösse fortwährend wechselt, werden wieder homogen um sich dann von Neuem zu differenziren, bis sie schliesslich ebenfalls wieder mit dem strömenden Plasma verschmelzen.

Ebenso wurde in den Brennhaaren von Urtica die Differenzirung buckelförmiger Erhebungen der Wandschicht zu blassen Netzen oder zu einer schwammigen Masse, ausserdem aber auch an scharf gezeichneten Netzlamellen Veränderungen der Form und Weite der Maschen und das Undeutlichwerden der Netzstruktur, in den Netzen im Innern der Haare von Heliotrop das

---

[1]) Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Jena 1880. S. 45, 51, 73 und 80. Neuerdings hat Heitzmann (microscopical Morphology of the human body, New York 1883, S. 116), an lebenden Knorpelzellen vom Kaninchen auf dem erwärmten Objektträger einen Wechsel in der Beschaffenheit der Plasmanetze, Aenderungen der Maschenweite, das Verschmelzen von Knotenpunkten und ihre Wiedersonderung zu Netzfäden beobachtet und entsprechende Veränderungen wurden von Hurlbutt (S. 37) neben der Bildung von Vakuolen in den Blutkörpern der Auster wahrgenommen.

Vorsprossen von Fäden aus Netzknotenpunkten von mir wahrgenommen.

Unter den Zellen thierischer Gewebe sind, abgesehen von den Vorgängen bei Differenzirung embryonaler Zellen, bisher vorzugsweise die Veränderungen, welche die Drüsenzellen während ihrer Thätigkeit und ihrer Ruhe erfahren, Gegenstand der Untersuchung gewesen. Bekanntlich haben über diese Veränderungen zuerst die Untersuchungen von Heidenhain Aufschluss ertheilt, nach welchen sowohl in Schleim- als in Eiweissdrüsen aus den färbbaren Plasmakörnchen und Netzen während der Ruhe die helle nicht färbbare Grundsubstanz entsteht, aus welcher in der thätigen Drüse, unter Abnahme des Volumens der Zellen und unter Abrundung der zackigen oder abgeplatteten Kerne, das Sekret gebildet wird, während die Plasmakörnchen und Netze auf Kosten der Lymphe sich regeneriren.

Nach Langley[1]) erscheint in den Eiweissdrüsen das Sekretionsmaterial im frischen Zustande unter der Form dunkler, die Innenzone der Zellen einnehmender Körnchen, die für die Absonderung verbraucht und während der Ruhe neugebildet werden; nach Alkohol-Glycerinbehandlung fliessen die Körnchen zu der von Heidenhain beschriebenen und als Sekretionsmaterial bezeichneten hellen Substanz zusammen.

In der Parotis des Kaninchens sind nach den im Breslauer physiologischen Institut angestellten Untersuchungen von Schmidt[2]) die Zellen der ruhenden Drüse im frischen Zustand ganz dicht von Körnchen erfüllt; in Folge der Reizung werden die Zellkontouren deutlicher, die Körnchen schwinden von der Peripherie nach dem Centrum des Acinus zu, bilden eine um das Lumen des Acinus gelegene Zone und schwinden schliesslich ganz, so dass die Zelle nur aus heller, fast homogener Substanz besteht. An Isolationspräparaten (in 5 proc. Lösung von chromsauren Ammoniak) und ebenso an gefärbten Präparaten ist in den Zellen, besonders distinkt in denen der gereizten Drüse, ein Netzwerk wahrzunehmen. Ein Kern ist weder in den Zellen der ruhenden noch in denen der gereizten Drüse wahrzunehmen, tritt dagegen nach Färbung der Theile vor. Er färbt sich in den Zellen der ruhenden Drüse in seiner ganzen Substanz und gleichmässig dunkel, lässt weder

[1]) Journal of Physiology II, 1879.
[2]) Ueber Kernveränderung in den Sekretionszellen. Breslau 1882.

ein Kernkörperchen noch Körnchen unterscheiden; in der gereizten Drüse wird der Kern nicht blos rund sondern auch grösser, schwächer gefärbt, seine Grundsubstanz hellt sich auf, Kernkörperchen und Körnchen werden sichtbar. Unter zunehmender Vergrösserung rückt er nach der Mitte der Zelle und wird schliesslich, bei gleichzeitig erfolgender Verkleinerung der Zelle, nur von einem kleinen Saum einer diffus gefärbten Zellsubstanz umgeben.

Die Veränderungen der Drüsenzellen sind zunächst an Drüsen festgestellt worden, welche durch Reizung ihrer Nerven in Thätigkeit versetzt worden sind, es sind dieselben aber denen ganz entsprechend, welche nach reichlicher Fütterung eintreten.

Auch in Betreff der morphologischen Veränderungen der Hauptzellen der Fundusdrüsen ist Langley zu entsprechenden Resultaten wie an den Eiweissdrüsen gelangt. Während des Hungerzustands sind die Hauptzellen in ihrer ganzen Ausdehnung körnig, während der Verdauung schwinden dagegen die Körnchen im äusseren Drittheil oder in der äusseren Hälfte der Zelle unter Abnahme des Pepsingehaltes; im Hungerzustande sammelt sich das Absonderungsmaterial wieder an, das an Alkoholpräparaten als helle, nicht färbbare Substanz auftritt.

Nach den von Kühne[1]) und Lea am lebenden Pankreas angestellten Beobachtungen wird während der Thätigkeit der Drüse die in der Aussenzone der Zellen von der Basis nach Innen ziehende Streifung deutlicher; die Körnchen der Innenzone rücken allmählig von der Gegend des Kerns nach dem Lumen hin, werden kleiner, matter und verschwinden endlich vollständig.

Neuerdings hat Langley[2]) auch auf Strukturverschiedenheiten aufmerksam gemacht, welche die Leberzellen im Hungerzustande und während der Verdauung darbieten. Beim Maulwurf ist im Hungerzustande das protoplasmatische Netzwerk durch die ganze Zelle vertheilt und enthält in den Zwischenräumen eine geringe Menge hyaliner Substanz, ausserdem Glycogen und Körnchen. Während der Verdauung schwinden die Körnchen mehr oder weniger aus dem Centrum der Zelle, das Netzwerk zeigt schmälere Balken und weitere, meist durch Glycogen ausgefüllte Zwischenräume.

---

[1]) Verhandlungen des naturhistorisch-medic. Vereins zu Heidelberg I.

[2]) Proceedings of the Royal Society. N. 220. 1882.

Entwicklungsformen der Becherzellen beobachtete Hebold[1]) in der Schleimhaut des Oesophagus von Fröschen, nachdem er eine Glasröhre bis in den Magen eingeführt hatte. Es fanden sich zwischen fertigen Becherzellen und solchen mit dünnem Fortsatz Zellen, die bereits Schleim gebildet hatten und deren Fortsatz sich zu einem bedeutend breiteren Cylinder umgestaltet hatte.

Die Regeneration der Zellen der Schleimdrüsen im Eileiter von Fröschen geht nach Entleerung des schleimigen Inhalts beim Durchtritt der Eier von den zurückbleibenden Kernen und ihrem Protoplasmahof aus.

Den Befunden von Heidenhain und Langley entsprechen die Veränderungen, welche von Hebold in den Drüsenzellen der Schleimdrüsen der Kaninchenzunge während ihrer Thätigkeit beobachtet wurden. Da bei Schluckbewegungen die Schleimdrüsen der Zunge und des Pharynx sich entleeren, wurde durch Reizung des Lingualis eine lang anhaltende kräftige Speichelsekretion hervorgerufen, um dadurch Schluckbewegungen zu erzeugen. Die ruhende Drüse enthält helle, glasige, fein und blassgranulirte Zellen, in denen nur die Kerne durch Karmin geröthet werden. In bis 4½ Stunde lang gereizten Drüsen waren die Zellen kleiner, dichter granulirt und dunkler geworden und wurden durch Karmin hell, die Körnchen dunkel gefärbt. Aehnliche Veränderungen bewirkten Injektionen von Pilocarpin.

Ein Wechsel in der Beschaffenheit der Kerne wurde von Nussbaum[2]) in den Zellen der Darmdrüsen von Wirbelthieren und in den zweizelligen Drüsen in dem Blutraum der Saugscheiben von Argulus foliaceus constatirt.

Bei Untersuchung der Darmdrüsen zeigte sich, dass während des ungestörten Ablaufs der Sekretion die mononukleären Kerne vorherrschen, dass dagegen nach längerem Hunger die multinukleolären Kerne an Zahl vermehrt sind. Bei Argulus foliaceus konnte sogar der Uebergang der einen Form in die andere beobachtet werden. Die Drüsen frisch eingefangener Thiere enthalten vorwiegend mononukleäre Kerne, allmählig verwandelt sich aber der mononukleoläre Zustand in den polynukleolären.

---

[1]) Ein Beitrag zur Lehre von der Sekretion und Regeneration der Schleimzellen. Bonn 1879.

[2]) Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. Archiv d. mikroskop. Anatomie, Bd. 21. 1882.

Es handelt sich demnach in den Drüsenzellen im Allgemeinen um Umbildung und Verflüssigung vorhandener Formelemente und um Neubildung von solchen zum Ersatz der verbrauchten, Vorgänge die mit den funktionellen Leistungen der Drüsen in unmittelbarem Zusammenhange stehen, während bei den ihrem Geschehen nach ähnlichen, aber zeitlich nicht so weit auseinanderliegenden, von mir beobachteten Vorgängen in Zellen anderer Art ein solcher Zusammenhang wenigstens nicht nachweislich ist. Dagegen hat Montgomery[1]) durch fortgesetzte und genaue Verfolgung der Lebenserscheinungen von Moneren die Ueberzeugung gewonnen, dass in diesen Thieren unausgesetzt Neubildungs- und Rückbildungsvorgänge im Plasma ablaufen, einen cyclischen, in seinen Phasen zu übersehenden Verlauf einhalten und dass durch dieselben sich das Thier in seiner Integrität erhält.

Nach Montgomery wird der Wechsel in der Beschaffenheit des Plasma's durch chemische Vorgänge in demselben bewirkt. Ueberall, wo die vorwärts fliessende, vollkommen hyaline Substanz des Moners mit dem umgebenden Medium in Berührung kommt, wird sie zersetzt und in granulirte Substanz umgewandelt, welche aufhört zu fliessen, beim Vorwärtsfliessen neuer hyaliner Massen zur Seite geschoben wird und schliesslich am hinteren Umfang des Thiers wieder in den aufsteigenden Theil des chemischen Kreislaufs eintritt. Zugleich erfolgt eine allmählige Schrumpfung oder vielmehr ein Zusammenballen des veränderten Fortsatzes, seine Contraktion, und an seiner Basis entwickelt sich eine Vakuole, deren Inhalt sich schliesslich in das umgebende Medium entleert. Die Contraktion ist somit eine Folge der Zersetzung der lebenden Substanz, ein rückgängiger Prozess, durch welchen ein kleines Fragment von der letzteren abgespalten und wahrscheinlich durch Oxydation in stabile, anorganische Moleküle umgesetzt wird. Das Aktive bei den Bewegungen, die spontane Bethätigung der lebenden Substanz äussert sich vielmehr in ihrem Hinausfliessen und die Contraktion ist nur der durch Reize erzwungene Zustand. Das durch äussere Einflüsse, sogenannte Reize, granulär gewordene Plasma wird durch spontane Wiederherstellung, auf Kosten vorhandenen geeigneten Ersatzmaterials wieder flüssig und hyalin und zu neuen Vorwärtsbewegungen befähigt. Das Ersatzmaterial wird geliefert durch die aufgenommene Nahrung und

[1]) Zur Lehre von der Muskelkontraktion, Pflügers Archiv, Bd. 25 und The unity of the organic individual, Mind 19.

die bei Assimilation derselben entstandenen Zersetzungsprodukte werden, wie die bei der Contraktion gebildeten, durch die depurativen Bläschen entleert.

Ueber die Veränderungen, welche die Dotterplättchen bei der Entwicklung der Gewebe erfahren, sind von Török[1]) an gehärteten Präparaten von Siredon pisciformis Untersuchungen angestellt worden. Nach seinen Beobachtungen richten sich zuerst die Körner in bestimmter Weise, verschmelzen dann theils zu „kugelförmigen Netzgebilden", theils wachsen sie zu Stäbchen aus und sowohl aus den ersteren als aus den stäbchenförmig gewordenen Körnern können in kernlosen Zellen Kerne entstehen.

Die bisherigen Untersuchungen über die Veränderungen lebender Zellen durch elektrische Ströme beziehen sich vorwiegend auf das Verhalten von Pflanzenzellen mit strömendem Plasma, auf das Verhalten von amöboiden und von Flimmerzellen und auf Veränderungen, welche der Untersuchung zugängliche Drüsenzellen erfahren.

Nach Velten[2]) haben Induktions- und constante Ströme die gleiche Wirkung auf die Bewegung des strömenden Plasmas in Pflanzenzellen, die sich aber erst bei einer gewissen Intensität der ersteren äussert. Schwache Ströme bewirken Verlangsamung und erst bei längerer Einwirkung Stillstand der Bewegung. Nach Eintritt des letzteren stellt sich aber nach längerer Zeit die Bewegung wieder her, während starke Stromintensitäten für immer Stillstand hervorbringen. Die in den Zellen von Vallisneria spiralis nach Einwirkung schwacher Ströme eintretende Beschleunigung der Bewegung führt Velten auf die durch den Strom erzeugte Wärme zurück, deren Effekt aber durch Abgabe derselben an das umgebende Medium ausgeglichen wird.

Die von Velten in Zellen mit cirkulirendem Plasma (Cucurbita pepo, Tradescantia) beobachteten Veränderungen schliefsen sich den früher von Kühne[3]) beschriebenen an. Die Wirkung schwacher Ströme äussert sich zunächst darin, dass eine grosse Anzahl Körnchen anfangen Molekularbewegung zu zeigen, es treten variköse Anschwellungen der dickeren Fäden und der Stränge auf, während die Dicke der zwischen den Anschwellungen gelegenen und dieselben verbindenden Abschnitte der Stränge

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie, 13. Band, 1877.

[2]) Einwirkung strömender Elektrizität auf die Bewegungen des Protoplasma. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 73, 1876.

[3]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

und Fäden so abnimmt, dass sie nur äusserst feine, in einer zitternden oder pendelnden Bewegung begriffene Fäden darstellen. Aehnliche feine zitternde Fäden treten frei aus den Strängen vor. Das Zittern kann als Molekularbewegung des ganzen Fadens aufgefasst werden. Die Anschwellungen sind in erster Linie verursacht durch örtliche Wasseraufnahme und dann durch ungleiche Vertheilung der Plasmatheile; mit Zunahme ihrer Grösse werden sie kugelförmig und ihre dichtere Peripherie schliesst einen wasserreichen Inhalt ein, dessen Körnchen in der Höhlung herumtanzen. Hat die Anschwellung der Kugel einen gewissen Grad erreicht, so platzt sie, wobei ein Theil der Körnchen sich frei in die Intrazellularflüssigkeit ergiesst. Das Anschwellen und Zerplatzen der Kugel tritt sofort ein, wenn der Strom dauernd geschlossen bleibt. Eine auffallende aber nur selten eintretende Erscheinung ist die, dass derartige Kugeln sich unter dem dauernden Einfluss des Stroms contrahiren können. Haben Ströme von genügender Stärke eine Zeit lang eingewirkt, so quillt die ganze Masse des Protoplasmas auf und legt sich an den Primordialschlauch an während ihre Körnchen in lebhafte Molekularbewegung gerathen. Mit der folgenden Contraktion des Primordialschlauchs tritt der Tod der Zelle ein und das Protoplasma vertheilt sich als grumiger Körper an dem ersteren, der selber eine grössere Dichtigkeit erlangt hat.

In den Zellen von Vallisneria spiralis und Elodea canadensis sah Velten unter dem Einfluss der Ströme sich aus dem Protoplasma Kugeln bilden die mitunter Chlorophyllkörper einschliessen. Bei Verstärkung des Stroms zerfliessen die Kugeln und die Chlorophyllkörper schwellen oder werden gesprengt. In den Zellen von Cladophora glomer. runden sich die Chlorophyllkörper unter dem dauernden Einfluss eines schwächeren Stroms ab und sie wie die Kugeln verschmelzen bei Verstärkung des Stroms mit einander. Bei weiterer Verstärkung des Stroms nimmt die ganze Masse noch zusehends Wasser auf. Die Chlorophyllkörper werden grösser und heller und die ganze Masse ist dann gegen die Zellflüssigkeit hin nicht mehr scharf kontourirt.

Unter dem Einfluss der Ströme können sich aus dem Protoplasma Kugeln bilden ohne dass eine Wasseraufnahme ersichtlich ist. Hat dagegen eine Wasseraufnahme stattgefunden so quellen Protoplasma und Chlorophyllkörper oder es kommt im ersteren zur Bildung von Vakuolen deren Grössenzunahme durch einen Diffusionsprozess veranlasst wird. Die Grössenzunahme der

Vakuolen findet nicht oder nur in geringerem Grade statt, wenn keine Destruktion des Protoplasma eintritt, da in diesem Falle das letztere nach kurzer Zeit die Fähigkeit wieder gewinnt, das Wasser der Vakuolen herauszupressen. Protoplasma und Chlorophyllkörper gehen durch elektrische Reize in den zähflüssigen Aggregatzustand über; einzelne Partieen können dann, in dieses Stadium eingetreten, zusammenfliessen. Die flüssige oder zähflüssige Beschaffenheit des Protoplasma zeigt sich überhaupt überall dort, wo, wenn auch noch so geringe äussere, künstlich veranlasste oder innere Reize stattgefunden haben. Der durch Reize entstandene zähflüssige Körper muss eine enorme Anzahl verschwindend kleiner fester Partikelchen enthalten, welche durch Zerfallen des Protoplasmagerüstes entstanden sind; hat die Umlagerung derselben nicht einen gewissen Werth überschritten, so tritt die Aneinanderreihung in der ursprünglichen Weise nach Aufhören des Reizes wieder ein.

Die unter dem Einfluss der Ströme verlangsamte oder ganz erloschene Strömung stellt sich nach Kühne in dem der Ruhe überlassenen Staubfadenhaar von Tradescantia nur dann nicht wieder her wenn bereits wahre Molekularbewegung eingetreten ist. (Nach wiederholten von mir gemachten Beobachtungen stellt sich die erloschene Strömung auch dann nicht wieder her, wenn einmal der Kern ein derbes, glänzendes Stroma erhalten hat oder homogen und glänzend geworden ist, Veränderungen die bald schon wenige Minuten nach Unterbrechung der Induktionsströme und Stillstand der Bewegung eintreten, bald erst im Verlaufe von 3 Stunden. Ob diese Veränderungen des Kerns den Eintritt des Absterbens der ganzen Zelle bezeichnen oder ob unter Umständen auch nach Eintreten der ersteren die Strömung sich wieder herstellen kann, muss dahin gestellt bleiben, da die Beobachtungen weder zahlreich genug noch lange genug fortgesetzt waren um darüber Sicherheit zu gewähren.)

Ganz ähnlich den von Kühne und Velten beschriebenen sind die von Brücke[1]) an den Brennhaaren von Urtica urens wahrgenommenen Veränderungen. Wenn das Haar eine kurze Reihe von Schlägen erhält treten aus dem Zellleib wechselnd dicke, an den Enden mit Anschwellungen versehene, in zitternder oder schlängelnder Bewegung begriffene Fäden hervor die mitunter

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 46, IIte Abth.

wie Raketen aus denselben vorschiessen und daneben bisweilen kolben- und keulenförmige Gebilde. Hat die Einwirkung der Ströme einen gewissen Grad nicht überstiegen, so stellt sich der frühere Zustand in der ganzen Ausdehnung der Zelle oder in dem dickeren Abschnitt derselben wieder her, während die Spitze nach und nach abstirbt. Bei heftiger Einwirkung hört das Fliessen sofort auf, die Körnchen gerathen in Molekularbewegung, im Innern des Zellleibs entstehen Figuren wie von aneinander gedrängten Blasenräumen und seine innere Oberfläche trägt verschieden geformte Excrescenzen die mit ihr durch einen kurzen dünnen Hals zusammenhängen und in denen sich Körnchen herumtummeln. In der bisher völlig klaren Intracellularflüssigkeit treten Gruppen von in Molekularbewegung begriffenen Körnchen auf, die ihre Bewegung verlieren und sich zu Boden senken während zugleich oder schon früher die Bewegung der Körnchen im Zellleib ganz aufhört. Der letztere ist dann abgestorben, bildet eine trübe körnige Masse, die sich von der Wand ablöst und schrumpft.

Bekannt ist, dass einzellige und überhaupt niedere Organismen unter dem Einfluss starker Ströme platzen und zu Grunde gehen; auch Speichelkörperchen sah Brücke unter diesen Umständen bersten.

Nach den Beobachtungen Kühne's werden Amöben durch mässige Induktionsschläge kuglig, fangen aber nach einiger Zeit ihre gewöhnlichen Bewegungen wieder an; sternförmige Hornhautkörper werden spindelförmig, bekommen aber dann ihre frühere Form wieder.

Engelmann[1]) beobachtete, dass bei schwacher Reizung von

---

[1]) Beiträge der Physiologie des Protoplasmas. Pflügers Archiv, Bd. II, 1869.

Bei Prüfung des Verhaltens von Amoeba vulgaris gegen den Einfluss inducirter Ströme fand ich, dass die letzteren auch Veränderungen in der Beschaffenheit der Körpersubstanz hervorrufen, sich verkleinernde und abrundende Amöben erhalten eine zunehmend derber werdende Hülle, die Granulirung ihres Innern wird deutlicher und mitunter verschmelzen die Körnchen zu feinen Fäden und stellenweise zu Netzen. Vorhandene kernkörperchenartige Gebilde treten nicht nur schärfer vor, sondern verändern auch zum Theil ihre Beschaffenheit. Manche vergrössern sich und bekommen ein granulirtes Aussehen während die Granulirung im Innern der sie beherbergenden Vakuole eine weniger dichte wird. In einzelnen Vakuolen scheinen sich Kernkörperchen während des Durchtretens der Ströme

Amoeba diffluens nur Verlangsamung und Wiederbeschleunigung der Bewegungen eintritt; bei mittelstarker Reizung nimmt die Amöbe Kugelgestalt an und die Körnchenbewegung steht still, worauf erst kugelabschnittförmige glashelle Ausstülpungen vortreten und dann die Bewegungen ihren gewöhnlichen Charakter wieder annehmen. Nach starker Reizung behält die Amöbe $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Minuten die Kugelgestalt, worauf seitliche Ausstülpungen vor- und dann die früheren Bewegungen wieder eintreten. Die Reizung wurde bei jedem Versuch durch je einen Oeffnungsschlag bewirkt.

Die Abrundung der Amöben nach elektrischer Reizung lässt sich nach Engelmann durch die Annahme erklären, dass das Protoplasma vorübergehend verflüssigt wird und demzufolge die Kugelgestalt annimmt, aber auch das ruckweise Vortreten von kugelabschnittförmigen Ausstülpungen lässt sich auf eine plötzlich eintretende partielle Verflüssigung der Rindenschicht zurückführen. Ebenso kann man sich vorstellen, dass die continuirliche Vorwärtsbewegung und Körnchenströmung der keulenförmigen Exemplare von Amoeba diffluens zu Stande gebracht wird durch eine

---

erst zu bilden, indem ein auftauchendes glänzendes Korn sich allmählig vergrössert und mit seinem weiteren Wachsthum die Vakuole zum grössten Theil ausfüllt. Eine grössere Resistenz gegen die Einwirkung der Ströme als Amoeba vulgaris besitzt Amoeba agilis. Schwächere Ströme übten überhaupt keinen Einfluss auf ihre Bewegungen aus, bei stärkeren stehen dieselben zwar sofort still, die Amöbe zieht sich zusammen und rundet sich ab, beginnt aber sofort sich von Neuem in der früheren Weise zu bewegen. Auf wiederholtes Einleiten der Ströme rundet sich die Amöbe wieder ab und die Bewegungen beginnen zwar auch jetzt von Neuem, aber es werden keine kolbigen Fortsätze mehr vorgetrieben sondern es bilden sich nur an verschiedenen Stellen des Umfangs Vorwölbungen die sich wieder abflachen bis bei länger fortgesetzter Einwirkung der Ströme die Bewegungsfähigkeit ganz erlischt. Sowohl bei Amoeba vulgaris als bei Amoeba agilis schnürt sich mitunter bei Eintritt der Ströme ein kugelförmiger Plasmaklumpen vom Körper ganz oder theilweise ab, der mit dem letzteren wieder verschmelzen kann. — Spontan eintretende Veränderungen der Körpersubstanz von Amoeba vulgaris wurden nur in beschränkter Ausdehnung beobachtet, so das Körnigwerden der Hülle von Vakuolen, das Körnigwerden von in Vakuolen eingeschlossenen kernkörperchenartigen Bildungen und ihr Homogenwerden wenn sie körnig waren. Es sind demnach diese Veränderungen den nach Einwirkung der Ströme eintretenden analog, entwickeln sich aber langsamer und sind desshalb weniger auffallend.

continuirliche Verflüssigung des am Vorderende gelegenen Protoplasmas. Dass die Ausstülpungen und Ausläufer des Protoplasma, in welche die Körnchen einströmen nicht, wie man früher annahm, in Folge einer aktiven Contraktion der Rindenschicht entstehen, wodurch das im Innern gelegene Protoplasma unter höheren Druck versetzt und nun an den Stellen des geringsten Widerstands herausgepresst würde, hat schon Hofmeister schlagend bewiesen. Den Beweis liefert die leicht zu bestätigende Thatsache, dass erst die Ausstülpungen sich bilden und dann nachträglich die Körnchen in sie einströmen. Die Körnchen kommen dabei um so später in Bewegung je weiter sie vom Ziel der Strömung entfernt sind: die Körnchenbewegung greift rückwärts um sich.

Auf Reizung von Actinophrys Eichhornii durch Induktionsschläge werden nach den Beobachtungen von Kühne die Pseudopodien zurückgezogen und das Thier wird kuglig. Wenn die Fortsätze wieder vorgetreten sind werden sie auf erneute Reizung abermals zurückgezogen und in beiden Fällen platzen einige der Blasen der Oberfläche. Diese Bewegungen dürfen als Protoplasmacontraktionen aufgefasst werden. — Bei Einleiten des constanten Stroms nimmt der dem +Pol zugekehrte Rand des Thieres durch Einschmelzen eine halbmondförmige Gestalt an. Die Blasen beider Ränder beginnen mit einem plötzlichen Ruck zu zerplatzen aber nur am +Pol schreitet der Vorgang während der Dauer des Stroms weiter. Beim Schluss der Kette werden die Pseudopodien zurückgezogen.

Durch Kistiakowsky[1]) und Engelmann[2]) ist nachgewiesen worden, dass unter Einwirkung constanter und unterbrochener Ströme die Flimmerbewegung beschleunigt wird und von Engelmann sind die Reizwirkungen einer genauen Analyse unterzogen und ist das Gesetzmässige in ihrem Eintritt festgestellt worden. Nur durch einen äusserst starken elektrischen Schlag kann die Bewegung verlangsamt oder unter Zerstörung der Zellen sistirt werden. Dasselbe geschieht bei längere Zeit fortgesetztem Tetanisiren mit starken Wechselströmen.

Heidenhain[3]) sah nach kräftigen Induktionsschlägen die

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 1865.

[2]) Centralblatt der medic. Wissenschaften 1868.

[3]) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau, 2tes Heft, 1863.

Zellen vom Hyalinknorpel des Frosches sich verkleinern, unregelmässig gestalten und ganz oder theilweise von der Wand ablösen; eine Rückkehr in den früheren Zustand wurde nicht beobachtet.

Sehr empfindlich gegen die Einwirkung der Ströme sind nach Rollett[1]) die Knorpelzellen von Tritonen. Es genügt ein einziger Schlag um die Zellen zur Zusammenziehung zu veranlassen, die plötzlich, wie die Zusammenziehung eines quergestreiften Muskels erfolgt. Gleichzeitig werden die Zellen dunkler und grob granulirt, ihre Oberfläche höckerig. Eine Rückkehr in den früheren Zustand wurde auch von Rollett nicht beobachtet.

Die Veränderungen, welche die Epithelien der Schleimdrüsen der Froschhaut unter dem Einfluss direkter oder indirekter elektrischer Reizung erfahren sind von Engelmann[2]) und von Stricker[3]) untersucht worden.

Die Drüsenepithelien enthalten nach Engelmann bis 0,001 Mm. grosse Körnchen die in Wasser, sehr verdünnter Essig- und Salzsäure und in Alkalien rapid quellen. Nahe dem Grunde befindet sich ein wasserklarer Kern mit centralem Kernkörperchen. Die oberflächliche Zellschicht ist sehr viel stärker lichtbrechend als der übrige Zellkörper und ist nach Innen nicht scharf abgegrenzt. Die Zellkontouren und die Form des Lumens unterliegen in Folge der Bewegungen der Zellen fortwährenden Aenderungen. Jeder einigermassen kräftige Induktionsschlag ruft eine Contraktion hervor die ganz in der nämlichen Weise verläuft wie bei Reizung der Drüse vom Nerven aus oder bei direkter Reizung einer des Nerveneinflusses nicht beraubten Drüse. Durch fortgesetzte intermittirende Reizung wird ein tetanischer Zustand herbeigeführt, in welchem das Lumen der Drüse ganz verschwunden sein kann. Nach $\frac{1}{2}$—1 Minute weichen die Epithelzellen wieder von einander und es bildet sich schnell ein weites Lumen; bereits nach wenigen Minuten können sich die Drüsen zu ansehnlichen runden Blasen entfaltet haben. — Bei der Contraktion sind in erster Reihe die Muskelfaserzellen betheiligt die bei der Zusammenziehung sichtlich an Dicke, oft um das Doppelte und mehr

---

[1]) Stricker, Handbuch der Histologie.

[2]) Die Hautdrüsen des Froschs. Pflüger's Archiv der Physiologie, Bd. V u. VI.

[3]) Stricker und Spina, Untersuchungen über die mechanischen Leistungen der acinösen Drüsen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 80; 3te Abtheilg.

gewinnen. Eine geringgradige Schwellung der Epithelien begleitet wahrscheinlich jede Contraktion, in bestimmten Fällen aber kommt der Verschluss des Lumens in der Hauptsache, wo nicht ganz, durch Quellung der Epithelien zu Stande. Solche Pseudocontraktionen entstehen in den ersten Minuten nach Einwirkung von 0,5 proc. Kochsalzlösung und nach Reizung durch Ammoniak, Aether und Chloroform. Der Mechanismus der Sekretion erweist sich als ein höchst einfacher Complex physikalischer Vorgänge: eine eigenthümliche, zu Muskelfasern umgebildete Art von Drüsenepithelien bewirkt mittelst ihrer elektromotorischen Kräfte eine continuirliche Flüssigkeitsströmung aus dem umgebenden Gewebe in die Drüsenhöhle hinein und sorgt zugleich durch ihre contraktilen Kräfte von Zeit zu Zeit für Ausstossung des angesammelten Sekrets.

Nach der Auffassung Stricker's ist dagegen die Aufnahme von Flüssigkeit in die Zellen nur ein die Vergrösserung derselben begleitender secundärer Vorgang. In den Drüsen der Nickhaut vergrössern sich während der Reizung nicht blos die Zellen sondern auch die Kerne und wenn nach Aufhören der Reizung die Zellen zu ihrem früheren Zustande zurückkehren und sich verkleinern, verkleinern sich auch oft ihre Kerne wieder, kehren aber nur selten in der ganzen Cirkumferenz gleichmässig auf ihre frühere Lage zurück. Die gleichen Vorgänge treten ein, wenn die Drüsen der Schwimmhaut vom Ischiadicus aus gereizt werden. — Bei Anwendung einer starken Vergrösserung zeigt sich, dass die Drüsenzellen eine ähnliche Zeichnung besitzen wie die Drüsenzellen des Pankreas. Sie werden von einer Reihe dunkler, gegen das Centrum des Drüsenraums gerichteter, zuweilen aber unregelmässig angeordneter Streifen durchsetzt die der Ausdruck von Fäden oder Stäbchen zu sein scheinen. In der ruhenden Zelle erfährt diese Zeichnung allmählige, wenn auch äusserst langsam sich vollziehende Aenderungen die denen in grob granulirten farblosen Blutkörpern und im Kerngerüst jugendlicher Zellen ähnlich sind. Unter dem Einfluss der Ströme ändern die Streifen ihre gegenseitige Lage, werden dicker oder dünner, entfernen oder nähern sich gegenseitig, werden in Stücke zerrissen, während andererseits neue Streifen auftauchen. Ueberblickt man die ganze Zelle, ohne gerade einen Theil ihrer inneren Zeichnung näher ins Auge zu fassen, so sieht man, dass die ganze Masse ins Fliessen geräth, die Zellen schieben sich vor bis der Acinus gefüllt ist. Gestützt auf diese Beobachtungen

hält Stricker die Annahme, dass die Vergrösserung der Zellen die Folge einer Diffusion sei, für sehr unwahrscheinlich, es erfahren vielmehr durch die Nervenerregung nur vitale Prozesse die schon unabhängig von der Diffusion zu Stande kommen, eine Steigerung. Die Vergrösserung der Zellen ist der primäre Vorgang und die Einsaugung von Flüssigkeit die sich nothwendig an eine Zellvergrösserung knüpft sekundär und nur eine Folge der Bewegung. Stricker fasst seine theoretischen Anschauungen dahin zusammen: Auf den Nervenreiz entleert die Drüse ihr Sekret und ladet sich zugleich mit neuer Flüssigkeit aus ihren Bezugsquellen. Diese doppelte Leistung wird einerseits durch die Einschrumpfung der äusseren Kontouren, durch die Contraktion des Acinus und andererseits dadurch aufgebracht, dass die sich vergrössernden Zellen den Inhalt des Acinus vor sich hertreiben, während sie sich von Aussen füllen. Wenn der Nervenreiz nachlässt kehren die Zellen auf ihren früheren Zustand zurück, sie contrahiren sich und entleeren ihre Ladung in den Drüsenacinus. Während der Dauer des Reizes werden also die Zellen geladen; nach dem Reize geben sie ihre Ladung her, um damit den Drüsenraum zu laden. Hypothetisch bleibt dabei die Annahme, dass die Ladung von Aussen her durch die Grenzmembran erfolgt.

Nussbaum [1]) constatirte, dass nach wiederholter elektrischer Reizung eines Argulus mit der Entleerung des Drüsensekrets die Granula in den einzelligen Drüsen geschwunden sind und das gelbliche Aussehen der letzteren einem durchsichtigen Platz gemacht hat. Nach einer Ruhepause von 3 Tagen hatte sich das Sekretionsmaterial wieder völlig neugebildet. — Ebenso wurde durch elektrische Reizung der Schleimdrüsen in der Haut von Salamandra mac. eine Entleerung des Schleims bewirkt, die schleimigen Köpfe der Zellen verflüssigt und entleert. Die Kerne der Zellen wurden nach der Reizung grösser.

Bei den eben angeführten Beobachtungen werden im einfachsten Fall, bei mässiger Intensität und vorübergehender Einwirkung der Ströme, nur die Bewegungen der Zellen beeinflusst ohne gleichzeitig eintretende nachweisliche Strukturveränderungen derselben, die Amöben ziehen sich zusammen um dann das Spiel ihrer Bewegungen wieder zu beginnen, sternförmige Hornhautkörper werden spindelförmig, nehmen aber ihre frühere Form wieder an, die Flimmerbewegung wird beschleunigt, Protoplasmaströmun-

[1]) l. c.

gen werden verlangsamt. Dass dagegen eine fortgesetzte Einwirkung der Ströme nicht blos die Bewegungen beeinflusst sondern auch Veränderungen im Innern von den Reiz überlebenden Zellen hervorruft zeigen die an Zellen mit strömendem Plasma, und an Drüsenzellen gemachten Beobachtungen.

Die Veränderungen welche in den von mir auf ihr Verhalten zu inducirten Strömen geprüften Zellen eintreten tragen zum Theil denselben Charakter wie die spontan in Zellen derselben Art sich entwickelnden, entwickeln sich aber rascher als die letzteren oder betheiligen gleichzeitig auch eine grössere Anzahl von Formelementen und treten desshalb auffallender vor.

Aber auch in den im Folgenden aufgeführten Fällen wo unter oder nach Einwirkung der Ströme Veränderungen entstehen deren spontaner Eintritt in Zellen derselben Art nicht oder nur ganz ausnahmsweise beobachtet wurde, sind dieselben doch Veränderungen analog oder ähnlich die in Zellen anderer Art sich spontan entwickeln.

Unter den Krebsblutkörpern zeigen nur die, welche ganz aus einem Reiserwerk verästelter Fäden bestehen auf inducirte Ströme ein wesentlich anderes Verhalten als unter gewöhnlichen Verhältnissen, indem unter dem Einfluss der Ströme das fädige Stroma zunächst schwindet und dann ein Kern sich aus einem Theil des Plasmas entwickelt, während gleichzeitig aus dem übrigen Plasma sich von Neuem Körnchen und kurze und feine Fäden differenzieren; ebenso wurde auch in kernlosen Leukocyten des Salamanderbluts die Bildung von Kernen unter dem Einfluss der Ströme nach Verflüssigung des körnig-fädigen Zellstromas beobachtet. In beiden Fällen hat die Bildung eines grossen, scharf gezeichneten, glänzenden Kerns mit derber Membran und mit derben Stromatheilen in Zellen, die keine Spur eines solchen, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung nur ein körnig-fädiges Stroma erkennen liessen, etwas sehr überraschendes, indessen ist dabei zu berücksichtigen, dass der Kern zwar seiner Form nach ein vom übrigen Zellinhalt ganz verschiedenes Gebilde darstellt, aber sehr wahrscheinlich aus derselben Substanz besteht, die sich in dem ihn umgebenden Plasma spärlicher in Form einzelner Körnchen und Fäden verdichtet hat, während sie im Stroma und in der Hülle des Kerns derbere, dichter gelagerte und vielfach zusammenhängende Formelemente bildet. So sind auch in den Froschleukocyten, wo sich die Theile des Kerns schon spontan aus ver-

schmelzenden Plasmakörnchen bilden, die Kerne ihrer Entstehung nach den Wandungen der Vakuolen wie den einzelnen aus Verschmelzung feinerer Körnchen hervorgegangenen derberen Körnchen und Fäden gleichwerthige Bildungen.

In den Leukocyten des Froschbluts wurde nach $^1/_2$—2 Minuten lang fortgesetzter Einwirkung der Ströme mitunter eine Sonderung der Kernwand zu spangenförmigen, sich allmählich abrundenden Gebilden und die Bildung ähnlicher Körper auch im Kerninnern und im Innern des Zellkörpers beobachtet. Nach Schwund derselben kam es mitunter zum Wiedereintritt von amöboiden Bewegungen. Andere Male verdichtet sich die Kernhülle so beträchtlich, dass von der ursprünglichen Lichtung nur eine kleine Höhle übrig bleibt. Da die Membran sich auch spontan zu Körnchen sondern und, wenn auch nicht sehr beträchtlich, verdicken kann, handelt es sich hier nur um die längere Dauer und grössere Intensität von Vorgängen die ihrer Natur nach den sich schon spontan entwickelnden ähnlich sind. — In den derb granulirten, wenig beweglichen Leukocyten treten unter dem Einfluss der Ströme Kerne vor, an deren Stelle vorher nur blass granulirte Substanz sichtbar war.

Die homogenen, blassen Kerne der farbigen Zellen vom Frosch und Salamander erhalten ein Stroma und eine Hülle; die letztere verdickt sich in den Froschblutkörpern mitunter sehr beträchtlich oder es schwindet mit ihrer Dickenzunahme die Kernlichtung schliesslich ganz. In frischen Blutpräparaten von Fröschen und Salamandern finden sich dagegen farbige Zellen deren Kern ein deutliches Stroma mit Hülle besitzt, nur ganz vereinzelt. Es zeigen somit die homogenen Kerne der farbigen Blutkörper dieser Thiere ein ähnliches Verhalten wie die Kernanlagen der Krebsblutkörper; beide wandeln sich unter dem Einfluss der Ströme in Kerne mit deutlichem Stroma und Hülle um, in den Frosch und Salamanderblutkörpern tritt aber diese Umwandlung spontan nur ausnahmsweise, in den Krebsblutkörpern dagegen regelmässig ein.

Homogene Kerne aus der Epidermis eines jungen Froschs erhielten eine deutliche Hülle und ein deutliches Stroma; der spontane Eintritt dieser Umwandlung wurde nicht beobachtet, indessen kann nicht wohl ein Zweifel darüber bestehen, dass die gleichzeitig vorhandenen Kerne mit deutlicher Hülle und Stroma sich in ähnlicher Weise spontan differenzirt haben, wie es die homogenen Kerne unter dem Einfluss der Ströme thun.

In den Flimmerepithelien der Froschrachenschleim-

haut wird die Granulirung des Zellkörpers unter dem Einfluss der Ströme schärfer und nimmt mitunter ein netzförmiges Aussehen an, während sie spontan ihre Beschaffenheit nicht merklich ändert.

Die blassen Kerne der Alveolarepithelien und der Zellen des Sternalknorpels junger Kröten werden erst unter dem Einfluss der Ströme glänzend, während die Kerne der Froschleukocyten vorübergehend schon spontan ein glänzenderes Aussehen annehmen, wie es in ausgesprochenerer Weise und dauernd bei den blassen Kernen der Krebsblutkörper der Fall ist.

Die Körnerhaufen in den Zellen der Körnerdrüsen vom Frosch verblassen mitunter und verschmelzen zu homogener oder fein granulirter Substanz, während Kerne mit deutlicher Hülle und Stromatheilen vortreten; ein ähnliches Verhalten zeigen die Körnerhaufen und Kerne in den Entodermzellen von Hydra, dagegen erfolgt hier die Verflüssigung der Körner regelmässig, rasch und schon bei Anwendung schwächerer Ströme. Dass die Körner in den genannten Zellen vom Frosch und von Hydra sich auch spontan unter Umständen verflüssigen, wird nach den Beobachtungen an den Körnern der Krebsblutkörper, der Blutkörper der Wasserassel und der körnerhaltigen Zellen in der Rachenschleimhaut junger Kröten wahrscheinlich.

In den blass und fein granulirten Blutzellen der Puppe von Dasichyra pudibunda werden durch die Ströme die Körnchen des Plasma's und des Kerns deutlicher und schärfer und kernlose, vorwiegend aus derberen, mattglänzenden Körnchen bestehende Blutkörper verblassen zunächst, worauf in ihnen mit zunehmender Deutlichkeit ein Kern vortritt, der von einer äusserst zart granulirten Plasmaschicht umgeben wird.

Bei den Veränderungen der Zellen durch die Ströme handelt es sich theils um nachweisliche Aenderungen ihrer Beschaffenheit, theils aber um die grössere oder geringere „Reizbarkeit" des zu amöboiden Bewegungen befähigten Hyaloplasmas, wie sie namentlich an den Frosch- und Krebsblutkörpern in sehr auffallender Weise vortritt und sich in dem raschen oder langsamen Einziehen der Fortsätze oder in dem Unverändertbleiben derselben ausspricht. Die Aenderungen in der Beschaffenheit des Zellkörpers dokumentiren sich in den verschiedenen Zellen in wechselnder Weise, durch Differenzirung homogenen Plasmas zu körnigem oder netzförmigen, durch Verflüssigung vorhandener Körner, Körnchen und Fäden mit oder ohne nachträgliche Differen-

zirung von Körnchen, Fäden und Netzen aus dem verflüssigten Material, durch Deutlicher- oder auch Glänzenderwerden von Körnchen und Fäden, durch Verdickung und Verschmelzung derselben zu neuen Formelementen, zur Bildung der Hülle von Vakuolen, der Hülle und des Stromas ganzer Kerne, während in anderen Zellen Kerne sich erst nach Verflüssigung des fädigen Zellstromas aus der homogenen Zellsubstanz entwickeln; Kernanlagen und homogene Kerne erhalten ein blasses oder glänzendes Stroma und auch das blasse Stroma wandelt sich bei fortgesetzter Einwirkung der Ströme meist in ein glänzendes um, Hülle und Stromatheile verdicken sich in den Kernen mancher Zellen, sondern sich in anderen zu Körnchen. Alle diese Veränderungen gehen zwar im Allgemeinen rascher als die entsprechenden, sich spontan entwickelnden, aber doch mit zum Theil sehr wechselnder Schnelligkeit vor sich. Die spontan eintretenden Veränderungen weisen darauf hin, dass der ganze geformte und ungeformte Zellinhalt stetigen Veränderungen unterliegt, die sich bald sehr allmählig, bald rasch, und, je nach der besonderen Beschaffenheit der Zellen in wechselnder Weise vollziehen. Durch die Einwirkung inducirter Ströme werden nun, wenn dieselben nicht bei längerer Dauer oder starker Intensität den Tod der Zellen herbeiführen, in denselben nicht sowohl neue und von den unter dem Einfluss der in der lebenden Zelle thätigen Kräfte zu Stande kommenden ganz verschiedene Veränderungen hervorgerufen, sondern es wird vielmehr durch die Ströme entweder nur der Anstoss zum Eintritt und rascheren Ablauf von Vorgängen gegeben, die in der gleichen oder in ähnlicher Weise sich auch spontan entwickeln oder es laufen die Vorgänge nicht nur rascher, sondern auch mit gesteigerter Intensität ab, bewirken auffallendere Veränderungen, oder sie werden in der einen oder anderen Weise modificirt. Die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit welcher Aenderungen in der Beschaffenheit der Zellen unter dem Einfluss der Ströme zu Stande kommen, lässt somit darauf schliessen, dass die sich verändernden Theile schon gewisse Aenderungen ihrer molekularen Beschaffenheit erfahren haben, die sich nicht durch ihr Aussehen, wohl aber durch ihr Verhalten gegenüber inducirten Strömen dokumentiren. Schon im Verhalten der Kernanlagen und der homogenen Kerne zu den letzteren treten sehr merkliche Verschiedenheiten hervor, viel auffallender sind dieselben dagegen an den Körnern der Blutkörper vom Krebs und der Wasserassel, an den Körnern der Körnerhaufen in der Rachenschleimhaut und in den Zellen der

Körnerdrüsen wie an den Körnern der Entodermzellen von Hydra. So kommt es, wie oben erwähnt wurde, vor, dass im Krebsblut von zwei dicht nebeneinander liegenden Körnerzellen sich die eine unter dem Einfluss der Ströme rasch und vollkommen umbildet, die andere dagegen auch bei wiederholtem Einleiten derselben nicht.

Die Verflüssigung der Körner setzt immer einen bestimmten Gehalt derselben an Imbibitionswasser voraus, wie dies aus dem Ausbleiben der Vakuolenbildung und der Verflüssigung überhaupt nach Zusatz von concentrirter Chlornatrium- oder Zuckerlösung zum Blut hervorgeht. Dass aber der Verflüssigung der Körner nicht nothwendig eine weitere Aufnahme wässriger Flüssigkeit vorauszugehen braucht, geht daraus hervor, dass der Vakuoleninhalt eines bei der Vakuolisirung nicht vergrösserten Korns mitunter wieder solid wird, um sich dann von Neuem zu vakuolisiren. Dagegen setzt die nach Vermischung des Körner- und Körnchenplasmas mit dem Hyaloplasma häufig zu Stande kommende beträchtliche Volumenszunahme der Zellen, ebenso die Volumenszunahme welche die Körnerzellen im Entoderm von Hydra und die in der Rachenschleimhaut von jungen Kröten beim Zerfliessen der Körner erfahren, eine Aufnahme wässriger Flüssigkeit in die Zelle voraus. — Wenn Körner und Körnchen sich nach oder bei ihrer Verflüssigung an Bildung des Kerns betheiligen, erfährt ihre Substanz jedenfalls erheblichere und dauernde Veränderungen; ob dies auch der Fall ist bei der nachträglichen Ausscheidung feiner Körnchen aus dem Körner- und Körnchenplasma sich zusammenziehender Zellen, muss dahingestellt bleiben. Eine sehr rasche Wiederausscheidung von unter dem Einfluss der Ströme verflüssigter Substanz wurde von mir in den Epidermis- und Mesophyllzellen von Sanseviera carnea beobachtet, indem hier Plasmakugeln und Körner unmittelbar nach Einleiten der Ströme zerflossen um sich gleich darauf wieder zur Bildung zierlicher Netze zu verdichten. Die Bildung von Vakuolen in der feinkörnigen oder homogenen Substanz, in welche sich die Körnerhaufen aus der Rachenschleimhaut junger Kröten umwandeln, lässt sich ebensowohl auf eine in beschränkter Ausdehnung zu Stande kommende Verflüssigung von Kornsubstanz als auf die Aufnahme wässriger Flüssigkeit von Aussen und ihre ungleichmässige Vertheilung beziehen, ausserdem ist aber noch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass das vorhandene plastische Material sich zur Bildung festerer Formelemente verdichtet und eine wasserreichere Flüssigkeit zurücklässt, wie es in ähnlicher Weise der

der Fall ist bei Differenzierung des Stromas und der Hülle von Kernen aus homogenen Kernanlagen und wahrscheinlich auch bei Bildung der Vakuolen in Leukocyten vom Froschblut. Da bei vakuolisirten Körnern der Krebsblutkörper die die Vakuole unmittelbar umschliessende Schicht der fest gebliebenen Kornsubstanz ein stärkeres Brechungsvermögen besitzt als die übrigen, peripheren Theile der letzteren, scheint es sich auch hier bei der Vakuolenbildung um eine Sonderung der Kornsubstanz in dichtere und in flüssige Theile zu handeln, die dichter gewordenen Theile sind aber keine stabilen Bildungen wie das Stroma, welches sich aus Kernanlagen oder aus homogenen Kernen entwickelt, sondern verflüssigen sich früher oder später ebenfalls.

Da die durch die Ströme bewirkten Veränderungen sich häufig schon nach einem oder nach wenigen Oeffnungsschlägen und in der gleichen Weise in der Nähe der Elektroden, wie zwischen denselben entwickeln, lassen sich die ersteren natürlich nicht als elektrolytische Vorgänge in der gewöhnlichen Bedeutung des Worts auffassen, sondern nur als die Folge des direkten Einflusses, welchen die Ströme auf die molekulare Beschaffenheit leicht veränderlicher, der lebenden Zelle angehöriger Körper ausüben. Die bei Einwirkung der Ströme entstehende Temperatursteigerung scheint sich rasch so weit auszugleichen, dass sie nicht im Stande ist, die durch die Ströme bewirkten Veränderungen wesentlich zu modificiren; die wiederholt an Krebsblutkörpern angestellten Beobachtungen über den Einfluss erhöhter Temperatur ergaben, dass durch die letztere die spontan eintretenden Um- und Neubildungen entweder nicht erheblich verändert oder verlangsamt und in einer Weise modificirt werden wie es nach Einleiten der Ströme nie der Fall ist, auch dann nicht, wenn es des einige Zeit fortgesetzten Durchtretens derselben bedurfte, um die Veränderungen hervorzurufen. Mit dem Eintritt einer Wärmestarre ist der während oder auch nach fortgesetztem Einleiten der Ströme nachweisbare Wechsel in den Erscheinungen, die Bildung und Rückbildung von Formelementen wie sie in den Froschleukocyten, namentlich in deren Kernen in auffallendster Weise vortritt, schlechterdings nicht vereinbar.

Die aus Kernanlagen, homogenen Kernen oder aus Zellplasma nach Verflüssigung seines fädigen Stromas unter dem Einfluss der Ströme entstandenen Kerne mit deutlichem, mehr oder weniger glänzenden Stroma und Hülle gleichen meist so vollständig den in anderen Zellen präexistirenden Kernen, dass sich unterscheidende

Merkmale zwischen den letzteren und den ersteren überhaupt nicht angeben lassen; nur in den Leukocyten von Salamandra mac. waren die unter dem Einfluss der Ströme gebildeten Kerne mitunter durch die ungewöhnliche Derbheit von einzelnen Stromatheilen und der Hülle ausgezeichnet, aber auch hier bot der ganze Körper unzweifelhaft das Bild eines Kerns dar. Es kann unter diesen Umständen, wenn man überhaupt im Stande ist, körnige Eiweissgerinnsel von Kernen zu unterscheiden, nicht die Frage aufgeworfen werden, ob die unter Einwirkung der Ströme im Innern der Zelle entstandenen Körper Kerne sind oder nicht, sondern nur ob sie leben oder lebensfähig sind, worüber sich kaum eine Entscheidung treffen lässt, wenn weder sie selbst, noch die ganzen Zellen weitere Veränderungen erfahren, die unzweifelhaft als Lebenserscheinungen aufgefasst werden müssen, wie es bei den Froschleukocyten der Fall ist.

XI. Ueber Kern- und Plasmastrukturen.

Die in wechselnder Zahl im Krebsblute enthaltenen freien, zum Theil ziemlich grossen Kerne, sowie die, welche nur von einer schmalen, Körner und Körnchen nicht einschliessenden Schicht Hyaloplasma umgeben sind, erweisen sich als sehr günstige Objekte zur Untersuchung der wechselnden Beschaffenheit der Kernmembran und ihrer Beziehungen zum Kernstroma, da ihre Theile scharf vertreten und es sich zweifellos um lebende Kerne und Zellen handelt. Die freien Kerne gestatten ausserdem bei langsamer Rotation und fixirte Zellen beim Hin- und Herflottiren eine Vergleichung der verschiedenen Durchschnittsbilder eines und desselben Kerns.

Die Kernhülle hat bis auf die jüngste Zeit auch Seitens der Forscher, welche sich speciell mit der Struktur des Kerns und der Zelle beschäftigt haben, keine eingehendere Berücksichtigung erfahren, da sonst ihre Lücken und ihre Verbindungen sowohl mit dem Kernstroma als mit den Formelementen des Zellplasma schon früher hätten auffallen und die Vermuthung nahe legen müssen, dass sie in vielen Fällen eine Bildung darstellt, die aus denselben Elementen besteht wie das Kernstroma und nur wegen der dichteren Auseinanderlagerung der Theile und bei ungenauer Untersuchung als eine vollständig geschlossene Membran angesehen werden konnte. Dass die Kerne eine solche

bläschenförmige und vom geformten Zellinhalt differente Hülle jedenfalls nicht alle besitzen, hatte ich schon vor geraumer Zeit zunächst aus den Befunden an den Kernen von Ganglienzellen [1]) und an den Kernen von grau degenerirten Rückenmarkspartien [2]) geschlossen, da ich sehr feine und zum Theil auch derbere Fäden aus dem Kerninnern austreten und in Körnchen des Protoplasma auslaufen, in degenerirten Rückenmarksabschnitten mitunter durch weitere Kernlücken sich direkt in neugebildete, aus protoplasmatischen Theilen entstandene Bindegewebsfibrillen fortsetzen sah. Ganz entsprechende Befunde erhielt ich dann an den Kernen unveränderter Gliazellen, an den „Körnern" des Gehirns und Rückenmarks, den Kapillarkernen, den Kernen der Zellen des Nabelstrangs, des hyalinen Knorpels, des Periosts, des osteogenen und des Knochengewebes, der Epithelien, der Mundschleimhaut und der Zellen des Epithelialkrebses. Es hatten diese Beobachtungen, wie die über den Abgang von Fäden von den Kernkörperchen und der weitere Nachweis, dass benachbarte Körnchen im Kern und benachbarte Körnchen im Zellkörper auch häufig untereinander durch feine Fäden verbunden werden, die Frage nahe gelegt **„ob nicht die Körnchen des Kerns und die des Zellplasma die Knotenpunkte eines ausserordentlich feinen Netzes unter sich verbundener Fasern bezeichnen, so dass von den aus dem Kern tretenden Fasern der bei Weitem grösste Theil nur die Verbindung zwischen den im Kern und den im Zellkörper enthaltenen, unter sich ebenfalls zusammenhängenden Körnchen herstellen, selbst also nur einen Bestandtheil dieses Fasernetzes bilden würde, von dem dann wieder einzelne Fasern frei abtretend die Zelle verlassen"** [3]).

[1]) Virchow's Archiv, Bd. XXXI, XXXII u. XXXIII.

[2]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks, II. Theil, Jena 1867, S. 87 u. 122.

[3]) Ebenda S. 29. Bei Besprechung der Literatur giebt Flemming in seinem neuen Werk (S. 13) an, dass die von mir beschriebenen Fasern und Stränge sich nicht decken mit dem was später von Heitzmann, Klein, Kupffer, Flemming und mir selbst als Plasmastruktur beschrieben worden ist. Dagegen geht aus dem Wortlaute wie aus dem Inhalte meiner 7 Jahre vor denen Heitzmann's publicirten Angaben auf das Unzweideutigste hervor, dass meine früheren Befunde sich völlig mit meinen späteren decken, während Flemming Anfangs überhaupt nur das derbere Kernstroma, erst später feine Kernnetze und zuletzt auch Strukturen im Zellkörper wahrgenommen hat, bezüglich deren ich ihm in wesentlichen Punkten nicht beistimmen kann. Die früher von mir wahrgenommenen Struk-

Dass die wahrgenommenen Bildungen präformirte seien, schloss ich zunächst aus dem Umstand, dass die Kernkörperchen wie die Körnchen des Kerns und des Zellplasmas entweder den Ausgangs- oder Endpunkt feiner Fäden bildeten oder durch dieselben verbunden wurden und dass in dieser Beziehung Zellen verschiedener Gewebe ein ganz analoges, auf typische und gesetzmässige Strukturverhältnisse hinweisendes Verhalten darboten; es ragten ferner an zufällig beim Zerzupfen der Gewebe isolirten Kernen die aus den letzteren austretenden, aus ihren Verbindungen gelösten Fäden wie sehr feine glatte Borsten frei vor und dazu kam der weitere Nachweis von die Zelle verlassenden Fäden, die, wie an den Glia- und Ganglienzellen an ihren freien, resp. aus weiteren Verbindungen ausgelösten Enden wieder ein Körnchen trugen, oder, wie an den Knorpel- und Knochenzellen sich in die Grundsubstanz einsenkten und mit einem feinen, dieselbe durchziehenden Fadensystem in Verbindung zu treten schienen. Auch an den Kapillaren der grauen Substanz waren frei von ihnen ab-

turelemente sind theils Bruchstücke von Netzen, relativ derbe, am Anfang und Ende gekörnte Netzfäden, theils etwas stärkere, faserige oder strangförmige Bildungen. Die gekörnten Fäden fand ich vereinzelt innerhalb der Zelle, hie und da aber auch miteinander verbunden, gegliedert, und vermuthete nun, dass auch die Körnchen zwischen denen Verbindungsfäden nicht sichtbar waren, doch durch ähnliche, aber feinere und deshalb bei der angewandten Vergrösserung unsichtbare Fäden zusammenhängen möchten. Ich untersuchte desshalb einzelne Objekte mit einem im Besitz von Prof. Frankenhäuser befindlichen Immersionssystem von Hartnack und da ich meine Vermuthung bestätigt fand, zahlreichere Verbindungsfäden zwischen den Körnchen wahrnahm, konnte ich meine Ansicht über die Deutung dieser Strukturverhältnisse als eine genügend begründete ansehen. So wenig man nun im Zweifel sein kann über das was man unter einem Protoplasmakörnchen versteht und feinen Fäden oder feinen Fasern die einzelne oder zahlreichere solcher Körnchen untereinander verbinden, ebensowenig kann es zweifelhaft sein, dass meine früheren und meine späteren Befunde sich decken. Ebenso stimmen meine früheren und späteren Angaben bezüglich des Vorhandenseins einzelner derberer Fasern oder Stränge im Kern und in der Zellsubstanz überein, ich habe auf dieselben in neuerer Zeit bei Besprechung der Strukturen in den Knorpelzellen und in den Epidermiszellen des Hühnchens ausdrücklich aufmerksam gemacht und hervorgehoben, dass sie mitunter Verbindungen eingehen, sich spalten oder mit feineren Fäden zusammenhängen. Bezüglich der Bezeichnung Fasern und Fäden bemerke ich, dass ich früher meist zwischen feinen und derberen Fasern unterschieden, später dagegen die feineren Gebilde als Fäden, die derberen als fädige Stränge oder als Fasern bezeichnet habe.

tretende sehr feine Fäden sichtbar die mitunter aus den Kernen ihrer Wandung, häufiger aus den Körnchen (Knotenpunkten) eines sehr feinen, die letztere in ihrer ganzen Ausdehnung durchziehenden, stellenweise gitter- oder netzförmigen Fadensystems entsprangen.

Ich habe diesen Befunden von Anfang an desshalb eine besondere Wichtigkeit beigelegt und habe wiederholt in meinen Arbeiten wie im persönlichen Verkehr auf dieselben aufmerksam gemacht, weil ich sehr bald die Ueberzeugung erlangt hatte, dass es sich dabei nicht um gelegentliche Befunde von untergeordnetem Interesse, sondern um Strukturverhältnisse handelt die von allgemeiner und fundamentaler Bedeutung für die Morphologie und Biologie der Zellen sind, eine Voraussicht die sich in umfassender Weise bestätigt hat, da der Nachweis der ersteren in der Folge von Anderen und von mir nicht nur für Zellen der verschiedenen Gewebe von Wirbelthieren und zum Theil auch von Wirbellosen, sondern von mir zuerst auch für das Körnerplasma, die Kerne und Chlorophyllkörper aus den lebenden Zellen der Blätter einer Anzahl Blüthenpflanzen geliefert worden ist.

Für die obigen Befunde war aber selbstverständlich der Nachweis ganz unerlässlich, dass die wahrgenommenen Strukturverhältnisse schon in frischen, unveränderten Zellen vortreten. Ich hatte desshalb von frischen Geweben angefertigte Präparate unter Anwendung von Jodserum untersucht, da man auf Grund einiger Beobachtungen an lebenden Zellen voraussetzte, dass es die normale Beschaffenheit verschiedenartiger Zellen geraume Zeit conservire, und Befunde erhalten, welche mit denen von gehärteten Theilen übereinstimmten. Wichtiger erschien mir der Nachweis, dass die gleichen Strukturen sich auch an durch Abkratzen erhaltenen, in Speichelflüssigkeit untersuchten Epithelien der Mundhöhlenschleimhaut fanden. Flemming[1]) äussert, dass er diese Kerne für allgemeine Schlüsse über die Struktur des lebenden Kerns nicht verwerthen möchte, da man bei diesem geschichteten Pflasterepithel, das in solchen Massen abgestossen wird, nicht wissen könne, bis zu welchen Schichten die Zellen noch wirklich lebendig zu nennen sind. Dagegen sehe ich keinen Grund, wesshalb die Zellen, welche nicht spontan abgestossen, sondern erst durch wiederholtes Abkratzen erhalten, also auf gewaltsame Weise

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 16.

aus ihren Verbindungen gelöst worden sind, nicht als lebende anerkannt werden sollen; selbst wenn die oberste Schicht abgestorben sein sollte, lässt sich doch jedenfalls für die tieferen, durch Abkratzen mit entfernten Zellschichten nicht in Abrede stellen, dass sie lebende Zellen enthalten. Ausserdem hat auch Stricker[1]) in den Kernen der Epithelien vom Zungenrücken zuweilen einen beweglichen Innenkörper wahrgenommen und damit die Richtigkeit meiner damaligen Annahme bestätigt. Erst geraume Zeit später, nachdem mittlerweile die ersten Arbeiten Heitzmann's erschienen waren und mir die dauernde Benutzung eines starken Immersionssystems zu Gebote stand, habe ich die betreffenden Untersuchungen wieder aufgenommen und zunächst die zuerst von Heitzmann beschriebenen Umbildungen der Krebsblutkörper so weit verfolgt, als es das damals schwer und auch später nur mit Unterbrechungen zu beschaffende Material gestattete. Nicht nur für den Nachweis, dass in lebenden Zellen die Kerne bestimmte Strukturverhältnisse darbieten, sondern auch für den Nachweis von Lebenserscheinungen an den Kernen selbst sind die Krebsblutkörper sehr günstige Objekte. Schon in dem ganz frischen, eben angefertigten Präparat sind immer eine Anzahl Zellen vorhanden, deren von einer Schicht Hyaloplasma umschlossene Kerne ein Stroma von wechselnder Beschaffenheit mit grösster Schärfe und Klarheit erkennen lassen und das ebensogut als präexistirend anzusehen ist wie das ebenso scharf gezeichnete und ähnlich beschaffene Stroma, was die Kerne in vereinzelten farbigen Zellen im frischen Blutpräparat vom Frosch und Salamander zeigen. In den Körner- und Körnchenzellen entsteht aber, während die Zelle amöboide Bewegungen ausführt, also unzweifelhaft lebt, ein Kern mit deutlicher Hülle und Stroma, deren Beschaffenheit sich während und unmittelbar nach ihrer Bildung, wie die Form des Kerns im Ganzen, ändert. Es ist mir desshalb unverständlich, warum Flemming[2]) Bedenken trägt dies anzuerkennen, indem er sagt: „die von Heitzmann und Frommann ferner beschriebene Struktur in den Krebsblutzellen tritt nach der Verfasser Darstellung erst auf, wenn sogar gewisse Veränderungen der Zelle selbst stattgefunden haben.“ Heitzmann giebt nur an, dass während der

---

[1]) Beobachtungen über die Entstehung des Zellkerns. Sitzungsberichte der Wiener Akademie d. W. Juniheft 1877.

[2]) Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XII, S. 695.

Umbildung des Blutkörpers in demselben ein hohler Körper erscheint, der von einer an ihrer Aussenfläche zackigen Schale glänzender Substanz umschlossen wird, dessen Inneres etliche gröbere Körner und ein sehr engmaschiges Netzwerk aufweist und den man nach dem Sprachgebrauch als Kern bezeichnen kann. Ich habe dagegen ausdrücklich erwähnt, dass an dem sich bildenden Kern Bewegungserscheinungen und Formveränderungen wahrnehmbar sind. „Er erscheint als ein sehr unregelmässig geformter, mit zackigen Fortsätzen in die Fäden des umgebenden Fachwerks auslaufender Körper, der bald in seinem ganzen Umfang, bald nur längs eines Theils desselben durch einen Doppelkontour begrenzt wird. Die zackigen Vorgänge werden bald rasch, bald langsamer zurückgezogen, die Ecken ausgeglichen und er nimmt eine runde oder ovale Gestalt an. Gleichzeitig wird sein Inneres lichter, Körnchen und Fäden treten in demselben deutlicher und scharf umschrieben hervor, die Membran bekommt ein glänzenderes Aussehen, erhält häufig Verdickungen an ihrer Innenfläche und das ganze Gebilde gleicht dann vollständig den Kernen der oben erwähnten Zellen.“ Es ist demnach durch Heitzmann und mich festgestellt, dass besondere und zum Theil netzförmige Kernstrukturen sich schon in den Kernen der lebenden Krebsblutkörper finden und ausserdem von mir zuerst und vor den Angaben Stricker's über amöboide Kerngerüste nachgewiesen worden, dass während und unmittelbar nach Bildung des stabilen Kerngerüsts Stroma und Hülle ihre Beschaffenheit ändern, die Hüllentheile Bewegungen ausführen und die Form des Kerns eine andere wird, Vorgänge, die sich nur als Lebenserscheinungen auffassen lassen und in Betreff deren es sich, wie ich damals ausdrücklich hervorgehoben habe, nur darum handeln konnte, ob sie innerhalb der Blutbahnen in der gleichen Weise ablaufen wie auf dem Objektträger. Stricker schliesst die Betrachtungen über die von ihm an farblosen Zellen und ihren Kernen gemachten Wahrnehmungen mit der Aeusserung „das was auf dem Objektträger vorgeht, kann nicht mehr als ein Typus normaler Prozesse angesehen werden“, geht aber damit zu weit, da ein abschliessendes und weiteren Beobachtungen vorgreifendes Urtheil über Analogien oder Verschiedenheiten zwischen den im Körper des lebenden Thieres und den auf dem Objektträger an den Zellen auftretenden Veränderungen sich nicht abgeben lässt. Da übrigens Flemming die von Stricker am Protoplasma und den Kernen farbloser Zellen beobachteten Veränderungen als Lebensvorgänge

anerkennt, so ist nicht abzusehen, warum er in Betreff der Krebsblutkörper nicht das Gleiche gelten lässt.

Bei der überaus grossen Ausdehnung, welche die Literatur der morphologischen Disciplinen erlangt hat, ist es sehr leicht möglich, dass einzelne Arbeiten sich der Kenntnissnahme ganz entziehen oder nicht die entsprechende Berücksichtigung finden, wenn sie nur in Auszügen zugänglich waren. Heitzmann proklamirt wiederholt und nachdrücklich, dass er der erste gewesen sei, welcher erkannt und nachgewiesen habe, dass den thierischen Zellen besondere und im Allgemeinen gleichartige Strukturverhältnisse zukommen, so in der Vorrede zu seinem kürzlich erschienenen Werk [1]), in welcher er erwähnt, dass seine Anschauungen unter den amerikanischen, nicht unter dem Einfluss irriger Schulanschauungen stehenden Aerzten eine rasche Verbreitung und durch Mitarbeit der letzteren weitere Stützen erhalten haben und ebenso am Schluss des Artikels über die Anordnung und Vertheilung der lebenden Substanz im Protoplasma, S. 30. Es heisst hier: „The reticulum in the protoplasm was seen and depicted by Nasmyth (1839), in corpuscules which to day are known to be the covering epithelia of the tooth; by C. Frommann (1867) in ganglion cells, and by others in the same and other corpuscules. What I have described, is a reticular structure of the protoplasm as a universal occurrence, and my assertions have since been corroborated by all good observers. Meine hier von Heitzmann citirten Befunde bilden aber nur einen Theil des Abschnitts, in welchem die feineren Strukturverhältnisse von Zellen verschiedener Gewebe sehr eingehend besprochen werden und bei Schilderung der Struktur der Ganglienzellen beziehe ich mich ausdrücklich auf das Vorausgegangene, so dass es schlechterdings unmöglich ist, sich blos über meine Befunde von den Ganglienzellen zu unterrichten, ohne gleichzeitig Kenntniss davon zu erhalten, dass ich die Zellen anderer Gewebe ebenfalls bezüglich ihrer Struktur einer genauen Prüfung unterzogen habe und zwar gerade desshalb, weil ich die Netzstruktur nicht für eine besondere Eigenthümlichkeit der Ganglienzellen sondern für a universal occurrence gehalten habe. Ich habe aus diesem Grunde im Anschluss an meine ersten Beobachtungen über die Umbildungen der Krebsblutkörper, zur Wahrung meiner Priorität ganz ausdrücklich auf meine früheren Befunde über das verbreitete

[1]) Microscopical morphology of the animal body, New York 1883.

Vorkommen bestimmter Zellstrukturen verwiesen, indessen wird diese Arbeit, obschon sie von ihm vorher untersuchte Objekte betrifft, von Heitzmann bei Wiedergabe seiner Beobachtungen über die Veränderungen der Krebsblutkörper [1]) überhaupt nicht erwähnt, während er andere, ebenfalls in der Jenaischen Zeitschrift erschienene Arbeiten citirt. Ferner äussert Louis Elsberg in der historischen Einleitung zu dem Kapitel über die Struktur des Knorpels, dass 1872 Heitzmann zuerst die Netzstruktur in der Grundsubstanz nachgewiesen habe; eine etwas ähnliche Beschaffenheit derselben sei zwar schon von Remak, Heidenhain, Broder, mir und vielleicht auch von Anderen mehr oder weniger unbestimmt beschrieben, aber ihre Bedeutung nicht richtig erkannt oder gewürdigt worden. Es ist ebenso unwahr, dass die von mir gemachten Angaben über Zellstrukturen unbestimmt seien, als dass ich ihre Bedeutung nicht richtig erkannt hätte und es können meine Untersuchungen, da sie planmässig angestellt sind und auf Thatsachen fussen, die bis dahin ganz unbekannt waren, überhaupt nicht mit den vereinzelten Befunden der anderen von Elsberg angeführten Forscher verglichen werden. Flemming [2]) sagt, Heitzmann habe meine Angaben nicht erwähnt, weil er sie nicht gekannt habe, es kann dies leicht der Fall sein, wenn es sich um eine einzelne Arbeit handelt, indessen gehört doch ein recht starker Glaube zu der Annahme, dass auch von meinen späteren Arbeiten weder Heitzmann noch einer seiner Schüler irgend eine Notiz erhalten haben. Ausschliesslich über Strukturen thierischer Zellen handeln die in Bd. IX und XIV der Jenaischen Zeitschrift und die in 9 Nummern der Sitzungsberichte der Gesellschaft für Med. u. Naturw. bis Ende 1882 veröffentlichten Untersuchungen über Struktur und Bewegungserscheinungen der Pflanzenzellen eine 1880 erschienene Abhandlung. Ausserdem habe ich auch in einer Untersuchung über die Gewebsveränderungen bei der multiplen Sklerose ausdrücklich das Auftreten von Netzen in den geschwellten Gliafasern hervorgehoben.

Der Nachweis des verbreiteten Vorkommens von Netzen schliesst selbstverständlich die Nothwendigkeit nicht aus, die Besonderheiten im Bau der einzelnen Zellformen in verschiedenen Geweben und Organen zu erforschen und ich habe desshalb bei allen einschlägigen Untersuchungen ganz ausdrücklich die grosse Mannich-

[1]) Microscopical morphology of the animal body, New York 1883. S. 24.

[2]) Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. S. 15.

faltigkeit in Beschaffenheit und Anordnung der geformten Theile im Kern, seiner Membran und im Zellkörper hervorgehoben. Leider hat aber Heitzmann wie bei seinen früheren Untersuchungen so auch jetzt fast durchweg Netze von demselben Charakter im Kern und Zellkörper abgebildet, so dass es z. B. nach seinen Angaben und Abbildungen ganz unmöglich ist, Cementkörper von Nervenzellen zu unterscheiden, wenn man von dem verschiedenen Modus der Verästelung der Fortsätze absieht. Die Beschaffenheit der Netze ist nach Form und Weite der Maschen wie nach Beschaffenheit der Septa und ihrer Knotenpunkte eine viel wechselndere als es nach den Angaben und Abbildungen Heitzmann's der Fall zu sein scheint, es finden sich statt oder neben Netzen häufig reiserförmig verästelte Fäden und Fasern die Anastomosen in wechselnder Häufigkeit eingehen, parallele Fäden, einzelne derbere fädige Stränge die mit Netzfäden bald nachweislich zusammenhängen, bald nicht, es sind ferner die Kernstrukturen in Zellen verschiedener Art unter sich und von den Plasmastrukturen mehr oder weniger verschieden, die Kernmembranen zeigen eine sehr verschiedene Beschaffenheit nach Dichte der Stellung und nach Derbheit der sie zusammensetzenden Theile, nach dem Vorhandensein oder Fehlen grösserer Lücken wie nach der Häufigkeit ihrer Verbindungen mit Theilen des Kern- und Zellstromas. Alle diese Verhältnisse finden weder bei Heitzmann noch bei seinen Schülern die geringste Berücksichtigung. Heitzmann schildert die Veränderungen, welche embryonale Zellen durch Differenzirung solider Klümpchen lebender Substanz erfahren, die Kerne und Zellen erwachsener Thiere zeigen aber bei ihm mit wenigen Ausnahmen — wie die quergestreiften Muskelfasern und die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen — im Wesentlichen das gleiche Aussehen; einzig in ihrer Art dagegen und wahre Monstra sind die Fig. 81 abgebildeten Knorpelzellen.

Das Interesse an den Strukturverhältnissen der Zellen wurde ein lebhafteres und allgemeineres, als die Vorgänge bei der Befruchtung und der indirekten Kerntheilung nachgewiesen wurden. Durch O. Hertwig[1]), Flemming[2]), v. Beneden[3]), Balbiani[4])

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eis. Leipzig 1875, S. 5.

[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 71. 1875. Archiv für mikr. Anatomie, Bd. 20.

[3]) Bulletin de l'Académie r. de Belgique. 1876. S. 41.

[4]) Zoologischer Anzeiger, N. 99, 1881.

u. A. wurde festgestellt, dass das Keimbläschen bei Wirbelthieren wie bei Wirbellosen von einem Netz anastomosirender Fäden durchzogen wird, die theils mit der Membran, theils mit dem Kernkörperchen zusammenhängen. Nach den neueren, von Flemming[1]) am Kaninchen gemachten Beobachtungen handelt es sich aber nicht sowohl um ein Netz von Fäden als um Fäden, die meist verschlungene oder geknickte Touren beschreiben. Die Untersuchung von Osmiumpräparaten lieferte ausserdem Flemming eine sehr scharfe Zeichnung der radiären Streifung der Zona pellucida und zeigte mit aller wünschenswerthen Klarheit, dass stärker lichtbrechende, doppelt contourirte Fäden von gleicher Dicke in der Zona ziemlich radiär durch eine schwächer lichtbrechende, homogene Masse ziehen und ausserhalb der Zona in einen dichten, verschlungenen Fadenfilz einlaufen, welcher sich zwischen Zona und Follikelepithel befindet; die Radiärfäden bilden demnach wie es scheint Brücken von der Substanz der Eizelle zu den Follikelepithelien, so dass sie sich den Intercellularstrukturen — Stacheln, Riffe, Zähne — anreihen.

Besondere Strukturverhältnisse der Kerne sind an denen der Zellen einfacher Gewebe wie an denen von Drüsenzellen sowohl bei Wirbelthieren als bei Wirbellosen nachgewiesen worden.

Nach Schwalbe[2]) werden die Kerne der in humor vitreus untersuchten Ganglienzellen der Retina (Schaf, Ochse, Kaninchen) von einer nach Aussen glatten, nach Innen mit zackigen oder körnigen Prominenzen besetzten Membran umschlossen; das Innere der Kerne ist entweder vollständig homogen oder enthält nur ein mehr oder weniger zackiges, mitunter mit fadenförmigen Ausläufern versehenes Kernkörperchen, welches aus derselben Substanz besteht wie die in die Kernlichtung prominirenden Excrescenzen der Membran. Schwalbe meint, dass die Substanz der späteren Kernmembran und der Nucleoli Anfangs gleichmässig durch den ganzen Kern vertheilt und von zahlreichen Vakuolen durchsetzt ist. Mit der zunehmenden Grösse der letzteren wird die Kernsubstanz in verschiedene Portionen zerrissen, von denen eine stets die Oberfläche des Kerns einnimmt, zur Kernmembran wird und mit einer Anzahl zackiger Vorsprünge, den wandständigen Kernkörperchen, in das Innere des Kerns hineinragt, während andere Portionen sich zu einem Nucleolus oder zu meh-

[1]) Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. S. 33.

[2]) Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen. Jenaische Zeitschrift, Bd. X.

reren Nukleolen zusammenballen. In dem Maass als die helle Substanz im Innern des Kerns zunimmt, werden die inneren Prominenzen der Kernmembran in Folge zunehmender Ausdehnung der letzteren immer mehr verstrichen; auch soll unter Umständen die gesammte Nukleolarsubstanz durch den Kernsaft an die Peripherie gedrängt werden, so dass ein solcher Kern ohne Nucleolus ist.

Schwalbe hat übersehen, dass sich, wie ich später nachgewiesen habe[1]), in der Membran der Kerne der Retinaganglienzellen (Ochse) ziemlich häufig kleinere und grössere Lücken finden, durch welche die sehr feinfädigen und engmaschigen Netze des Kerninnern sich unmittelbar in die etwas weitmaschigeren Netze des Zellplasma fortsetzen. Ausserdem ist das Kernkörperchen nicht immer homogen, sondern sein Inneres häufig in der Weise differenzirt, dass sich neben einzelnen kleinen Vakuolen Körnchen und sehr feine und kurze Fäden finden, die sich in frei abtretende Fäden mitunter fortsetzen und deren Anordnung und Vertheilung sich mit dem Wechsel der Einstellung ändert.

Bei der Annahme, dass die Vergrösserung des Kerns durch einen Druck seitens der zunehmenden Vakuolenflüssigkeit auf die Membran zu Stande komme wird nicht nur vorausgesetzt, dass sich überhaupt Vakuolenflüssigkeit bildet, sondern auch, dass die Membran als solche persistirt, einer Ausdehnung fähig ist und keine Lücken besitzt, durch welche eine Ausgleichung des supponirten Drucks stattfinden kann. Dagegen scheint es mir mit Rücksicht auf die von Stricker und mir an den farblosen Froschblutkörpern, von mir auch an anderen Zellen gemachten Beobachtungen über Rück- und Neubildung von Abschnitten der Kernmembran näher liegend und wahrscheinlicher, dass während des Kernwachsthums alte Theile der Membran zurück- und neue angebildet werden.

Die Kerne der grossen Zellen der Vorderhörner hat Schwalbe an Schnitten gefrorener Stücke ohne Zusatz oder mit $^1/_2$ proc. Chlornatriumlösung untersucht und gefunden, dass ihnen und ebenso den Kernen der Zellen des Ganglion Gasseri vom Kaninchen, den Kernen der Zellen der Spinal- und Sympathicusganglien von Rana temporaria eine Membran fehlt. Der helle klare Kernsaft wird unmittelbar von der Zellsubstanz begrenzt.

---

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft vom 21. Februar 1879.

Die Vorderhornzellen treten als helle Flecke aus der grauen Substanz vor, die selbst bei Anwendung der grössten Vorsicht und ohne jede Zusatzflüssigkeit untersucht doch nicht homogen erscheinen, sondern wie man bei starker Vergrösserung deutlich erkennt, von zahlreichen grösseren und kleineren Tropfen durchsetzt sind, ähnlich wie die granulirte Substanz der Retina. Der Kern ist im frischen Zustand völlig unsichtbar; nur das glänzende, kugeliche oder ellipsoidische Kernkörperchen deutet die Stelle an, wo man ihn zu suchen hat. Kernkörperchenfortsätze hat Schwalbe nicht gesehen. Die Zellen der Spinalganglien des Kaninchens zeigten den Kern als hellen, vollkommen homogenen Hof um das gewöhnlich kugliche Kernkörperchen, letzteres war zuweilen eckig oder leicht zackig. Eine Kernmembran und wandständige Nukleoli waren auch hier nicht vorhanden. Ein ganz ähnliches Bild gewähren die Kerne der Spinalganglienzellen von Rana temporaria sowie die der Zellen des Sympathicus von demselben Thier.

Die Ganglienzellen der Vorderhörner sind von mir neuerdings an Zerzupfungspräparaten des frischen, noch warmen Ochsenrückenmarks, sowohl unter Zusatz von dicker, syrupartiger Lösung von arabischem Gummi als ohne alle Zusatzflüssigkeit untersucht worden. Im letzteren Fall wurde nach möglichst feiner Zerzupfung der Partikel grauer Substanz das Deckgläschen sanft aufgedrückt, so dass in der unter dem Drucke sich ausbreitenden weichen Substanz die Zellen deutlich wahrgenommen werden konnten. Die Beschaffenheit derselben war die gleiche wie nach Zusatz von Gummilösung, nur zeigte der Kern mitunter eine nicht unbeträchtliche einseitige Ausbuchtung, deren Entstehung vielleicht auf die Einwirkung des Drucks zurückzuführen ist. Zur genaueren Ermittlung der Strukturverhältnisse ist die Anwendung einer mindestens 1200 fachen Vergrösserung unerlässlich. Noch bei 1000facher Vergrösserung bleibt ein Theil der feinen, die kleinsten Körnchen verbindenden Fäden unsichtbar.

Der Kern ist zwar nicht völlig unsichtbar, wie Schwalbe angiebt, erscheint aber doch nur als ein sehr blasses, vom Zellkörper nicht scharf abgegrenztes Gebilde. Er enthält, abgesehen von dem immer deutlich vortretenden Kernkörperchen, Formelemente von derselben Beschaffenheit wie der Zellkörper und dass er unter diesen Umständen überhaupt als besonderer Körper innerhalb der Zelle wahrgenommen werden kann, hängt davon ab, dass manche Kerne ein dichteres Gefüge besitzen als der Zellkörper, während in anderen die Anordnung der Formelemente eine

andere oder der Unterschied ihres Brechungsvermögens von dem der Grundsubstanz ein geringerer ist als im Zellkörper. Das Kernkörperchen lässt häufig und deutlicher als in den Ganglienzellen der Retina eine Zusammensetzung aus feinen und derberen Körnchen und aus sehr kurzen Fäden, mitunter auch einen netzförmigen Bau mit theils ganz engen, theils etwas weiteren Maschen erkennen; auch für einzelne der Vakuolen die eine solide, geschlossene Wandung zu besitzen scheinen, lässt sich nachweisen, dass dies nicht der Fall ist, man überzeugt sich bei vorsichtigem Wechsel der Einstellung, dass die Wandung eine durchbrochene ist, von einzelnen derberen, durch deutliche Zwischenräume getrennten Fäden oder von sehr feinen und innig miteinander verstrickten Fäden gebildet wird [1]). Das Kerninnere zeigt nach Dichte der Stellung, Anordnung und Beschaffenheit seiner Formelemente ein ziemlich wechselndes Verhalten und lassen sich im Allgemeinen Theile eines derberen und eines feineren Stromas unterscheiden, die aber untereinander vielfach zusammenhängen. Zu den Theilen des derberen Stromas gehören einzelne mitunter vorhandene Nebenkernkörperchen, sparsam eingestreute derbere Körnchen oder ausgezackte Knötchen und glatte oder gekörnte längere und derbere Fäden, die bald zickzackförmig, bald in der Richtung von Sehnen oder Radien das Kerninnere durchziehen, zum Theil auch concentrisch zum Kernumfang verlaufen und mit den Knötchen und derberen Körnchen zum Theil zusammenhängen. Der grösste Theil des Kerninnern wird von sehr feinen, zarten und blassen Stromatheilen eingenommen, von feinen Körnchen und von feinen, meist sehr kurzen Fäden; stellenweise erweisen sich die Körnchen als die Knotenpunkte von überaus feinfädigen und engmaschigen Netzen, deren Maschen nicht überall geschlossen sind, sondern hie und da kleine Lücken in der Septa aufweisen. Von den Kernkörperchen abgehende Fäden wurden nur vereinzelt wahrgenommen und dieselben konnten nicht auf weitere Strecken verfolgt werden. Den meisten Kernen fehlt eine besondere, ihnen zugehörige Membran ganz, die Kerngrenze wird durch Körnchen und Fäden gebildet, die kleinere und grössere Lücken zwischen sich lassen und sich nicht sowohl durch ihre Beschaffenheit und Stärke als durch ihre Anordnung von den Körnchen und Fäden des umgebenden Zellplasma unterscheiden. Nur vereinzelt kamen

[1]) Sitzungsbericht der medic.-naturwissensch. Gesellschaft zu Jena v. 5. März 1880.

Kerne vor, die deutlicher abgegrenzt waren und eine aus etwas derberen, wenn auch blassen Fäden und Körnchen gebildete, durchbrochene Hülle besassen.

Der Zellkörper zeigt bekanntlich bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen neben den wechselnd derben, von den Ausläufern hereinstrahlenden Fibrillen, von denen einzelne sich bis an oder auf den Kern verfolgen lassen und neben anderen, die concentrisch zum Kernumfang verlaufen, noch eine mehr oder weniger dichte, blasse Granulirung. Die Körnchen erscheinen dagegen bei 1200-facher Vergrösserung als zackige, knotige oder strangförmige Gebilde von überaus wechselnder Form, von denen äusserst feine und blasse Fäden ausgehen, durch welche sie untereinander vielfach zusammenhängen. Mit der Form, Dichte der Stellung der Knötchen und mit der Zahl ihrer Verbindungsfäden wechselt auch die Form und Weite der von ihnen umschlossenen Maschen, die stellenweise und nur dann ein gleichmässiges siebförmiges Aussehen erhalten, wenn die Knotenpunkte rundlich und gleichmässig dicht gestellt sind. Zwischen die verzweigten anastomosirenden Knotenpunkte eingestreut finden sich ausserdem in wechselnder Zahl feinere und derbere, gabelförmig gespaltene oder reiserförmig verzweigte Fäden und Uebergangsformen zu strangförmig verlängerten Knoten. Vereinzelt und nicht in allen Zellen wurden derbere, blass granulirte, fasrige Gebilde wahrgenommen, die vom Kernumfang ausgehend, eine Strecke weit nach der Zellperipherie verfolgt werden konnten. Die derberen Fibrillen besitzen ein granulirtes Aussehen und benachbarte scheinen hie und da untereinander theils durch sehr feine, theils durch etwas derbere quere Fäden brückenartig verbunden zu werden.

Auf Zusatz von $^1/_2$ proc. Kochsalzlösung zu zerzupfter und ohne Zusatzflüssigkeit untersuchter grauer Substanz trübt sich der Zellinhalt, die Körnchen und Fäden desselben werden dunkler und deutlicher.

Ganz frisch in Blutserum untersuchte Zellen des Ganglion Gasseri der Ratte zeigten mir ein zum Theil ähnliches Verhalten. Der Kern ist vollkommen homogen, nur selten äusserst zart und blass granulirt und umschliesst ein ebenfalls homogenes, nur ausnahmsweise körniges oder vakuolenhaltiges Kernkörperchen. Eine besondere Membran fehlt vielen Kernen ganz, andere besitzen zwar glänzende, scharf gezeichnete, fädige Kontouren, dieselben zeigen aber einzelne kleine Unterbrechungen oder es fehlt der Kontour längs eines grösseren Theils, der Hälfte oder $^2/_3$ des

Kernumfangs ganz. Die Zellsubstanz ist dicht körnig, enthält zahlreiche feine und kurze, zum Theil mit den Körnchen zusammenhängende Fäden, ausserdem einzelne längere, nach verschiedenen Richtungen und zum Theil concentrisch zum Kernumfang verlaufende oder stellenweise zur Bildung zickzackförmiger Figuren verbundene Fäden.

In Blutserum untersuchte Zellen der sympathischen Ganglien von Bufo cin. zeigten einen vollkommen homogenen Kern der ein rundes und ebenfalls homogenes Kernkörperchen einschliesst. Die Peripherie des Kernes grenzt entweder unmittelbar an die Körnchen der Zellsubstanz oder besitzt einen blassen und zarten, fädigen, häufig unterbrochenen Kontour.

Die an frisch untersuchten Ganglienzellen und an denen gehärteter Präparate wahrnehmbaren Strukturverhältnisse hat in neuester Zeit auch Flemming[1]) einer genauen Untersuchung unterzogen. Flemming konnte an ohne alle Zusatzflüssigkeit untersuchten Schnitten frischer Spinalganglien von Säugethieren nur eine anscheinend gleichmässige, dichte und matte Granulirung des Zellkörpers sowie vereinzelte Fäden wahrnehmen, dagegen keine Netze. Auch an Zellen in Schnitten von erst mit $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ pc. Chromsäurelösungen behandelten, dann in Alkohol gehärteten Präparaten war eine netzförmige Struktur nicht sichtbar, dagegen hier der Zellkörper durchzogen von feinen, vielfach geknickten oder gewundenen und im Ganzen gleichmässig vertheilten Fäden, welche ebenfalls ziemlich gleichmässig vertheilte dickere Knötchen oder Körner von meist unregelmässiger Form tragen. Fäden und Körner färben sich schwächer als die Kerne, während die Zwischenmasse des Zellenleibs nur einen ganz leichten Hauch von Farbe nachweist. In Folge der Härtung in Chromsäure-Alkohol treten nun wohl Schrumpfungen der Zelle, Retraktionen von der Kapsel ein, die sichtbar gewordenen Strukturverhältnisse scheinen aber nicht durch Gerinnungsvorgänge bewirkt worden zu sein, da sie in ganz gleicher Weise vortreten, auch nachdem die Theile in absolutem Alkohol, in Alkohol mit schwachem Essigsäurezusatz oder in concentrirter Pikrinsäure gehärtet worden sind. Nach Behandlung mit 1proc. Osmiumsäure waren die Bilder denen der frischen Zellen ähnlich, nur undeutlicher, die Granulirung eine noch blassere, verschwommenere. Dafür, dass die an gehärteten Präparaten vortretenden Strukturverhältnisse der spinalen Gang-

[1]) Festschrift für Henle.

lienzellen präformirt sind, führt Flemming ferner den Umstand an, dass auch an den Ganglienzellen der Vorderhörner an Isolations- wie an Schnittpräparaten die bekannte, ihnen eigenthümliche, streifig-fibrilläre Zeichnung vortritt aber keineswegs Bilder die denen der Spinalganglien entsprechen. Flemming schreibt den Kernen der spinalen und sympathischen Ganglienzellen eine nicht unterbrochene Wandschicht zu die zarter auch an den Zellen der grauen Substanz vortritt und sowohl an frischen als an gehärteten und gefärbten Präparaten sichtbar ist. Ich kann in dieser Beziehung Flemming nicht beistimmen und muss auf die vorher mitgetheilten Befunde von frisch und ohne Zusatzflüssigkeit untersuchten Zellen aus der grauen Substanz, aus den sympathischen und den Spinalganglien verweisen, in denen eine Kernmembran entweder ganz fehlte oder sehr zart und durch mehr oder weniger weite Lücken unterbrochen war. In einer grösseren Anzahl Zellen aus gefärbten Schnitten von in chromsauren Kali und später in Alkohol gehärteten Präparaten fand ich Kerne die zum Theil eine ähnliche Beschaffenheit zeigten wie die der frisch untersuchten Zellen, denen eine Membran ganz fehlte oder nur in Form einzelner, einen Theil des Kernumfangs umfassender fädiger Rudimente vorhanden war, während andere Male die Kernperipherie sich sowohl vom Kerninnern als vom Protoplasma durch eine Zone sehr dicht gestellter Körnchen abgrenzte. Ein Theil der Kerne dagegen besass zwar derbere und scharf vortretende, etwas glänzende Kontouren, aber auch dann waren Kontourlücken entweder innerhalb der gerade eingestellten Ebene oder beim Wechsel der Einstellung sichtbar.

Gegen ein Enden von Nervenfasern im Kern oder Kernkörperchen hat sich Flemming theils mit Rücksicht auf seine negativen Befunde, theils aus dem Grunde ausgesprochen, dass Kernkörperchen überhaupt in den meisten Kernen, auch in denen nicht nervöser Zellen und ebenso in den Pflanzenzellen vorkommen, gewisse stets gleichbleibende Eigenschaften — starken Brechungsindex, grossen Chromatinreichthum, eine rundliche Form, einen scharf begrenzten glatten Umfang — besitzen, sich bei der Theilung des Kerns morphologisch ganz dekonstituiren und in den Tochterkernen neu anschiessen. Flemming ist der Ansicht, dass ein Theil der bezüglichen Befunde sich ungezwungen aus dem Nachweis der intranukleären Stränge erklären lässt.

Was die früher von mir gemachten Angaben über Fäden, Fasern und Stränge (Röhren) anlangt, welche vom Kernkörper-

chen oder Kern ausgehend theils innnerhalb der Zelle verschwinden, theils frei von derselben abtreten, so unterliegen dieselben selbstverständlich der Controle bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung als der damals von mir benutzten. Ich gebe Flemming sehr gerne zu, dass dann Fäden oder Fasern und Stränge, die bei schwächerer Vergrösserung continuirlich zu sein scheinen, sich möglicherweise streckenweise zu feinen und sehr dicht gestellten Körnchen auflösen lassen. Bei der erneuten Untersuchung der Zellen habe ich derartige Bildungen als continuirlich die Zelle durchsetzende und von ihr frei abtretende nicht wahrnehmen können, indessen ist dabei doch zu berücksichtigen, dass die Zahl der untersuchten Zellen eine beschränktere war und dass ich früher von einer grossen Zahl untersuchter Zellen nur an einzelnen das Vorkommen dieser Bildungen constatiren konnte, die ich wahrnahm, ohne zu wissen dass von anderen Seiten schon ähnlich lautende Beobachtungen gemacht worden waren. In Betreff der derberen, strangartigen Bildungen welche vom Kern aus eine Strecke weit in die Zellsubstanz verfolgt werden können, verdient wohl auch der Umstand Berücksichtigung, dass, wenn auch während der Dauer des Lebens die Ganglienzellen beim Erwachsenen wahrscheinlich ihre Form und Grösse nicht erheblich ändern, so doch ohne Zweifel die funktionellen Leistungen mit chemischen Veränderungen, mit Rück- und Neubildungsvorgängen der lebenden Substanz verbunden sind die unter Umständen vielleicht als Besonderheiten der feineren Struktur wahrnehmbar werden. So kommt es nach S. Mayer[1]) in den peripheren Nerven von Wirbelthieren an mehr oder weniger zahlreichen Fasern sogar zu vollständigen Umbildungen ihres Inhalts wie sie bei den De- und Regenerationsvorgängen nach Continuitätstrennungen eintreten, so dass danach die peripheren Nerven „keine perennirende sondern eine cyclische Lebensdauer“ besitzen. Dass aber diese Vorgänge nicht als krankhafte aufgefasst werden können, ist nach Mayer mindestens in hohem Grade wahrscheinlich.

Die folgenden Beobachtungen zeigen, dass auch Zellen der gleichen Art auffallend verschiedene Strukturverhältnisse darbieten und dass bestimmte Besonderheiten der Struktur unter Umständen vorhanden sein können die andere Male fehlen. Bei Durchmusterung der Haut junger Kröten von 2 Cm. Körperlänge sah ich von den homogenen Kernen der obersten Zellschicht der

[1]) Ueber Vorgänge der Degeneration und Regeneration im unversehrten Nervensystem. Archiv für Heilkunde. Bd. VI, 1881.

Epidermis derbe homogene Fortsätze von gleichem Brechungsvermögen wie die Kerne, zu 1—5 abtreten und sich in gerader oder geschlängelter Richtung mehr oder weniger weit nach den Kittleisten zu erstrecken, in welche nur einzelne, seltener 2 oder 3 in derselben Zelle einmündeten. Die Fortsätze welche die Kittleisten nicht erreichen laufen zugespitzt im Protoplasma aus oder enden abgerundet. Die Kittleisten waren durch ihre grosse Mächtigkeit und den starken, dem des Kerns ähnlichen Glanz ausgezeichnet. Die Kernfortsätze fanden sich in grosser Häufigkeit an den Kernen der Epidermis der Haut vom Boden der Mundhöhle und an denen der Epidermis von der Volarseite der vorderen Extremitäten, fehlten dagegen ganz in den Epidermiszellen der Bauchhaut. In ziemlich gleicher Häufigkeit fanden sich an verschiedenen Hautstellen feine Fäden die theils vom Kerne aus in die Zelle einstrahlten und zum Theil bis zur Kittsubstanz reichten, zum Theil von der letzteren aus nach dem Kerne zu, aber auch nach anderen Richtungen in die Zelle einstrahlten. Als ich einige Wochen später die Haut einer gleich grossen, zur gleichen Zeit eingefangenen Kröte untersuchte war ich überrascht, die derben, auf den ersten Blick auffallenden Kernfortsätze nur in sehr wenigen Zellen und ganz vereinzelt wiederzufinden, auch bildeten dieselben nur verhältnissmässig kurze Anhänge des Kerns und erstreckten sich in keinem Fall bis zu den Kittleisten deren Dicke geringer war als an den Zellen des früher untersuchten Thiers. Es sind dies zwar nur gelegentliche Befunde, über deren Deutung erst weitere Beobachtungen Aufschluss ertheilen können, die aber doch die Vermuthung nahe legen, dass die derben Kernfortsätze hier keine stationären Formbestandtheile der Zelle sondern Bildungen sind, die mit ihrem Entstehen und Vergehen von der Lebensthätigkeit der Zelle und vielleicht von den Ernährungsverhältnissen des Thieres abhängig sind.

In Betreff der Kernkörperchen genügen meines Erachtens die Merkmale durch welche sie bis jetzt charakterisirt worden sind nicht, um sie überall als besondere und vom übrigen Kerninhalt wesentlich verschiedene Gebilde zu kennzeichnen. In den Bindegewebs- und Knorpelzellenkernen wie in den Kernen der Krebsblutkörper finden sich alle Uebergänge von rundlichen, als compakte, isolirte Körper vortretenden Kernkörperchen zu solchen mit zapfenförmigen Fortsätzen und zu längeren, verzweigten, strangförmigen Gebilden, so dass man beim Fehlen charakteristischer unterscheidender Merkmale jeden derberen Inhaltskörper

des Kerns so gut wie die umschriebenen zapfenförmigen oder knotigen Verdickungen der Kernhülle als Kernkörper bezeichnen kann. Es kann desshalb erst von weiteren Untersuchungen Aufschluss darüber erwartet werden, ob sich die Kernkörperchen von den kleineren und anders geformten aber ein ähnliches Brechungs- und Tinktionsvermögen besitzenden Theilen des Kernstromas noch durch andere Merkmale als durch ihre Form und Grösse unterscheiden. Die Möglichkeit, dass ihnen noch besondere Merkmale zukommen wird durch ihr Verschwinden bei der indirekten Kerntheilung nicht ausgeschlossen.

Neuerdings hat Flemming[1]) in den Bindegewebs- Muskel- und Epithelzellenkernen aus den Kiemen der Larven von Salamandra m. bei Anwendung homogener Immersion neben den Chromatinkörpern feine, das Kerninnere durchziehende Netze wahrgenommen und abgebildet; ganz ähnliche, sehr feinfädige und engmaschige, nicht oder nur schwach färbbare Netze waren von mir schon früher nicht nur in den Kernen der Krebsblutkörper, sondern auch in denen der Retinaganglienzellen, wie in den Kernen der Epidermis- Bindegewebs- und der Knorpelzellen[2]) wahrgenommen worden und habe ich in Betreff der Knorpelzellen ausdrücklich hervorgehoben, dass die feinen, engmaschigen Netze sowohl mit den Theilen des derberen Stroma als mit der Hülle zusammenhängen.

Von dem Bestehen eines Zusammenhangs zwischen den Formelementen des Kerns und denen jedes Zellkörpers hat sich dagegen Flemming nicht überzeugen können und ich will hier, mit Bezug auf die früher von mir gemachten Wahrnehmungen nur kurz darauf hinweisen, dass dieser Zusammenhang direkt oder indirekt zu Stande kommt. Direkt hängen Kerninneres und Zellsubstanz zusammen durch einzelne Fäden oder durch kleine Netzschichten welche Lücken der Kernhülle durchsetzend aus dem Kern in die Zellsubstanz oder aus der letzteren in den Kern übertreten. Man überzeugt sich leicht davon bei Untersuchung der Kerne aus den Epidermiszellen des Hühnchens wo diese Lücken häufig und zum Theil weit sind und wo die durchtretenden Fäden sich mitunter auf beträchtliche Strecken in den

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 20, S. 52.

[2]) Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften v. 24. Januar, 21. Februar u. 5. März 1879; Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. XIV.

Zellkörper hinein verfolgen lassen. Ich habe ferner im Mesenterium von Salamandra m. in einzelnen Fällen Fibrillen der Grundsubstanz durch Lücken der Membran in den Kern eintreten und in demselben enden sehen, eine Beobachtung die sich an die schon vor geraumer Zeit an Kernen aus grau degenerirten Partien des Rückenmarks gemachten Befunde anschliesst. In Gewebsabschnitten, in welchen aus den geschwellten, zur Bildung continuirlicher Schichten körniger Substanz verschmolzenen Glianetzen sich fibrilläres Gewebe entwickelt hatte, liess sich der Eintritt einzelner kurzer wie längerer uud zum Theil sehr derber Fibrillen durch Lücken der Kernhülle in das Kerninnere deutlich wahrnehmen. In den Ganglienzellen der Retina lässt sich der durch die Lücken der Kernhülle vermittelte Zusammenhang zwischen den blassen, sehr engmaschigen und feinfädigen Netzen des Kerninnern mit den etwas weitmaschigeren des Zellkörpers ziemlich häufig nachweisen, seltener an den Kernen der Knorpelzellen, aber auch an den letzteren lässt er sich, ebenso wie der Uebertritt vereinzelter Fäden aus dem Kerninnern in den Zellkörper in unzweifelhafter Weise feststellen. In indirekter Weise hängen Kern- und Zellstrukturen durch Vermittelung der Kernhülle zusammen, feinere und derbere Fäden, gleichviel ob sie Theile von Netzen oder von einem Gerüst sind oder nicht, inseriren sich in wechselnder Zahl von Seiten des Kerninnern wie von Seiten des Zellkörpers in die Kernhülle. In den meisten der Zellen, in denen sich dies Verhalten feststellen liess waren Verbindungen der Kernhülle mit Theilen des derberen Kernstromas häufiger wahrzunehmen als mit derberen Fäden des Zellstromas, in den Epidermiszellen des Hühnchens dagegen, deren Zellstroma durch die Mannigfaltigheit der Anordnung und der Verbindungen wie durch die dichte Lagerung seiner Formelemente ausgezeichnet ist, waren Verbindungen der Kernhülle mit Fäden des Zellstromas häufiger nachzuweisen, ausserdem gleichen hier die an Zusammensetzung der Kernhülle betheiligten Fäden nicht nur nach Stärke und Glanz den derberen Fäden des Zellstromas sondern treten auch gar nicht selten, unter Aufgeben ihrer ursprünglichen Richtung in den Zellkörper über und lassen sich in demselben noch eine Strecke weit verfolgen, während an der Ausbiegungsstelle des Fadens in der Kernhülle eine Lücke zurückbleibt.

In allen Zellen, wo sich ähnliche Verhältnisse nachweisen lassen kann der Kern nicht als ein vom übrigen geformten Zellinhalt durchaus verschiedener Körper angesehen werden und dass er den

Eindruck eines solchen macht beruht theils auf dem Vorhandensein einer besonderen Hülle, theils darauf, dass Chromatinkörper in seinem Innern sich in dichterer Stellung als im Zellkörper finden oder dass beim Fehlen derselben feine Fäden und Körnchen in anderer Vertheilung eingelagert sind, feinfädige und engmaschige Netze einen etwas anderen Charakter besitzen als im Zellkörper. Es können die einzelnen Formelemente des Kerns für sich vollkommen solchen des Zellkörpers gleichen und doch bekommt das Kerninnere ein ganz anderes Aussehen je nach Dichte der Stellung und der Art der Verbindung der Chromatinkörper wie der feineren, nicht färbbaren Formelelemente. Da nach Anwendung mancher Tinktionen der Kern noch mehr als sonst den Eindruck eines abgeschlossenen, selbständigen Gebildes macht, habe ich bei Schilderung der Strukturverhältnisse der Knorpelzellen von Salamandra m. ausdrücklich hervorgehoben, dass zwar in der Mehrzahl der Zellen durch Methylgrün nur die Kerne gefärbt werden und sich scharf vom Zellkörper absetzen, dass aber mitunter auch an den in dem letzteren vorhandenen oder aus dem Kern in ihn übertretenden Fäden eine Färbung wahrnehmbar ist. Ebenso werden in den Knorpelzellen mitunter neben dem derberen Stroma des Kerns nicht nur seine ausserdem vorhandenen engmaschigen und feinfädigen Netze, sondern auch die Plasmanetze in der Umgebung des Kerns, seltener in der ganzen Ausdehnung der Zelle gefärbt und vereinzelt finden sich kernkörperchenartige Gebilde in der letzteren welche ebenso tief gefärbt sind wie die Kernkörperchen und die derberen Stränge des Kerninnern. Auch in der Zellsubstanz der Ganglienzellen vom Flusskrebs finden sich zn 2—6 Gebilde die nach Grösse, Aussehen und Glanz den Kernkörperchen entsprechen. Die Nichttingirbarkeit der geformten Theile des Zellplasmas kann schon durch geringe Verschiedenheiten ihrer chemischen Beschaffenheit von der der Stromatheile des Kerns bewirkt werden, ausserdem können auch Verschiedenheiten im Wassergehalt einen sehr merklichen Einfluss auf die Tingirbarkeit ausüben, worauf Engelmann [1]) wiederholt aufmerksam gemacht hat. Schon bei den ersten Untersuchungen über die Struktur des Kerns [2]) habe ich mich dahin ausgesprochen, dass die Verbindungsfäden zwischen Kern und Zellkörper gegen die Auffassung des Kerns

---

[1]) Pflüger's Archiv der Physiologie, Bd. 18 u. 26.

[2]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. II. Theil, 1867, S. 38.

als eines innerhalb der Zelle ganz in sich abgeschlossenen Körpers sprechen und die späteren Untersuchungen haben diese Ansicht nur weiter begründen und befestigen können. Es soll damit selbstverständlich nicht behauptet werden, dass überhaupt die geformten Theile des Zellkörpers in derselben Zelle und in Zellen verschiedener Art von der gleichen Beschaffenheit seien, es werden voraussichtlich, ganz abgesehen von den bereits bekannten Einlagerungen differenter Natur, sich mehr oder weniger erhebliche Verschiedenheiten in dieser Beziehung nachweisen lassen. So besteht nach Reinke[1]) der grössere Theil der unlöslichen Gerüstsubstanz von Aethalium septicum aus einem unlöslichen, den Nukleinen verwandten, phosphorhaltigem Körper, dem Plastin. Dasselbe fehlt in keiner Pflanzenzelle, da in allen Pflanzenzellen nach Behandlung mit Lösungsmitteln für Eiweissstoffe, Nuklein etc., immer ein stickstoffhaltiges Residuum von nicht unbeträchtlicher Quantität zurückbleibt.

In den Bindegewebs- Muskel- und Epithelzellenkernen der Kiemen der Salamanderlave betrachtet Flemming die tingirbare Kernwand als gebildet durch kleine periphere Ausbreitungen der Netzbälkchen die aus der gleichen Substanz zu bestehen scheinen wie die letztere selbst, lässt es aber unentschieden, ob ausserdem noch eine nicht tingirbare, schliessende Membran den Kern umgiebt. Ich habe keine Beobachtungen gemacht die auf das Vorhandensein einer solchen zweiten, achromatischen Membran hinweisen. Wenn eine solche vorhanden wäre müsste sie im optischen Durchschnitt als nicht unterbrochener, kreisförmiger, ungefärbter, fädiger Kontour die gefärbte und unterbrochene Hülle umschliessen, ausserdem aber wird durch den blossen Nachweis von Unterbrechungen in der chromatischen Kernhülle das Vorhandensein einer zweiten, geschlossenen nicht färbbaren Hülle noch nicht wahrscheinlich gemacht. Ausführlicher hat sich Flemming über das Vorkommen der achromatischen Membran in seinem neuen grossen Werk „Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung“[2]) ausgesprochen ohne aber die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit, dass 2 Membranen, eine chromatische und eine achromatische einen und denselben Kern umschliessen, zu berühren. Er bezeichnet die achromatische Membran als eine bei den meisten Kernarten sehr dünne, nicht dnrchbrochene Substanzlage und konnte sie nachweisen bei Eikernen, Nervenzellenkernen, bei den Riesen-

[1]) Studien über das Protoplasma. Berlin 1881 u. 1883.
[2]) S. 167.

kernen der Hautdrüsen von Urodelen, den Speicheldrüsenkernen von Chironomus, bei Spirogyren und bei Gewebszellen der verschiedensten Arten in den Anfangsstadien der Kerntheilung. Durch Kompression der Eizellen von Wirbellosen im Eierstockssaft lassen sich die Kerne ausdrücken und zeigen eine ganz deutliche Wandung, die sich beim Flottiren faltet und bei Druck gesprengt werden kann, so dass das Vorhandensein einer Membran ausser Zweifel gestellt wird [1]).

Dass die achromatische Membran eine überall geschlossene ist, geht — abgesehen von den Kernen der Eizellen — aus den Angaben Flemming's nicht hervor, da beim Vorhandensein eines kreisförmigen Contours keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass beim Wechsel der Einstellung Lücken auftreten oder dass ein so engmaschiges Oberflächennetz vorhanden ist, dass dasselbe im optischen Durchschnitt in Form eines geschlossenen, kreisförmigen, fädigen Kontours vortritt. Mindestens wird es gestattet sein, auf diese Möglichkeit hinzuweisen, da Flemming über das Verhalten der Kernkontouren beim Wechsel der Einstellung überhaupt nichts erwähnt, obschon es ganz unerlässlich ist, die dabei erhaltenen Bilder unter einander zu vergleichen, wenn man sich ein Urtheil über die Beschaffenheit der Kernhülle bilden will. Es verdient ferner der wiederholt und ausdrücklich von mir hervorgehobene Umstand Berücksichtigung, dass Lücken zwischen derberen, gefärbten Theilen der Hülle ziemlich häufig durch sehr feine, blasse und nicht färbbare Fäden überbrückt werden, dass mithin sowohl chromatische als achromatische Fäden sich an der Zusammensetzung einer und derselben Hülle betheiligen können. Nach den Angaben Flemming's ist auch nicht immer die Achromasie auf die Membran beschränkt, sondern es kann auch das Kernstroma ungefärbt bleiben; so färbten sich an einem Safraninpräparat von Spirogyra nur der Nucleolus und einzelne Körnchen, während die Membran mit dem ganzen Kerngerüst völlig blass blieb. Wenn ferner nach Haematoxylinbehandlung Färbung der Membran eintritt (Spinalganglienzelle), nach Safraninbehandlung aber nicht, so kann man derartige Membranen nicht im Allgemeinen als achro-

[1]) Der Umstand, dass eine Membran durch Druck gesprengt werden kann, dürfte nicht unter allen Umständen beweisend dafür sein, dass die Membran ganz geschlossen ist. Falls der Kerninhalt zähflüssig ist, kann die Membran wohl gesprengt werden, wenn ihre Lücken klein und in spärlicher Zahl vorhanden sind, so dass die Menge des austretenden Kerninhalts zu gering ist, um eine Ausgleichung des Drucks zu bewirken.

matisch, sondern nur als achromatisch bei Safraninbehandlung anschen. Aus dem Nachweis des Uebergangs gefärbter Stromatheile in eine ebenfalls gefärbte Hülle folgt übrigens nicht, dass das Vorhandensein einer Chromatinhülle gebunden sei an ihren Zusammenhang mit färbbaren Stromatheilen. Unter den freien Kernen des Krebsbluts und den in Zellen enthaltenen findet sich eine Anzahl die wohl eine deutliche und ziemlich derbe, durch Anilinfarbstoffe färbbare Hülle besitzen, in ihrem Innern aber nur einzelne Knoten und kernkörperchenartige Chromatinkörper, aber kein Gerüst besitzen das sich in die Hülle einpflanzt; auf der anderen Seite enden Stromabälkchen der Kerne der Krebsblutkörper und der Kerne der Knorpelzellen mitunter frei innerhalb der Lücken der Hülle. Es kann demnach eine Chromatinhülle stellenweise fehlen beim Vorhandensein peripherer Chromatinbälkchen und die Hülle kann vorhanden sein beim Fehlen der letzteren.

In Betreff der Knorpelzellen bestreitet Flemming[1]) die Möglichkeit am frischen Objekt bei erhaltenem bindegewebigen Ueberzug die Einzelnheiten so genau zu sehen wie es von mir angegeben worden ist. Nun ist aber der bindegewebige Ueberzug an sich sehr dünn und am Rande des zugeschärft auslaufenden Sternalknorpels habe ich bei günstiger Beleuchtung die Kernstrukturen hinlänglich deutlich erkennen können, um mich davon zu überzeugen, dass sie denen von Schnitten des frischen wie denen von Schnitten des in Spiritus gehärteten und gefärbten Knorpels entsprechen. Ich muss demnach meine Befunde, gegenüber den negativen Flemming's in allen Stücken aufrecht erhalten.

Den die Knorpelzellen im optischen Durchschnitt begrenzenden fädigen Kontour habe ich kurz als Grenzfaser bezeichnet und Flemming versteht nicht ganz, wie man bei einem Zellumfang der doch die Form einer Kugelfläche oder Ellipsoidfläche hat, von einer Grenzfaser reden kann. Das Vorhandensein eines fädigen Kontours hat aber mit der Form welche die Zelle darbietet, überhaupt nicht das Geringste zu thun. Ich habe in der bezüglichen Abhandlung[2]) die Beschaffenheit der peripheren Zellschicht geschildert die wie das Innere der Zellen theils ein netzförmiges Gefüge besitzt, theils längere Fasern oder Fäden einschliesst die bald zu kleinen Bündeln vereinigt, einen parallelen Verlauf einhalten, bald sich durchkreuzen und dichter als im Zellinnern

[1]) l. c. S. 23.

[2]) Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft vom 24. Januar 1879.

aneinander gelagert sind. Betrachtet man die Zelle im optischen Durchschnitt, so treten fädige Contouren hervor, welche durch solche Fäden der Zellperipherie gebildet werden, deren Verlaufsrichtung ganz oder zum Theil in die gerade eingestellte Durchschnittsebene der Zelle fällt und die ich desshalb kurz als Grenzfasern bezeichnet habe. Im Bereiche von Lücken zwischen denselben treten Körnchen auf, die Durchschnitte von Fasern, welche senkrecht oder schräg zur Einstellungsebene verlaufen, oder die Lücke wird ausgefüllt durch sehr zarte, blasse, feinfädige und engmaschige Netze. Auch im letzteren Fall erhält der Zelldurchschnitt eine fädige Begrenzung, dieselbe ist aber zarter und feiner und wird gebildet durch die einzelnen feinen, unter sich verbundenen Fäden, welche der äussersten Maschenreihe der am Zellumfang vortretenden Netzschicht angehören und diese Maschenreihe nach Aussen, nach der Grundsubstanz hin, abschliessen. In ganz derselben Weise betheiligen sich die der Zelloberfläche angehörenden einzelnen längeren Fäden wie Netzschichten an Bildung des Zellkontours bei Flächenansichten der Zelle. Ueberall wo die Oberfläche der letzteren nicht gleichmässig abgerundet ist, sondern wo sie steiler abfällt, tritt auch am Rande des Abhangs wieder ein fädiger Kontour deutlich hervor. Es verhält sich also hier die Rindenschicht der Zelle bezüglich ihrer Differenzirung zu zahlreicheren, dichter gestellten Fäden ähnlich zum Fadenwerk des Zellinnern wie die Kernhülle zum Kernstroma.

In Betreff der Epidermiszellen der Froschlarven glaubt Flemming, dass ich nach seinen Befunden von der Salamanderlarve eher Interzellularstrukturen als Zellstrukturen vor mir gehabt habe, indessen werden bei der Froschlarve die Zellen durch anscheinend solide, scharf gezeichnete Kittleisten von einander getrennt. Dagegen muss ich hervorheben, dass es nach meiner Darstellung den Anschein hat, als wenn durchweg in den Zellen eine netzförmige Struktur ihrer Substanz nachweisbar wäre, was keineswegs der Fall ist. Bei Anwendung einer 1000fachen Vergrösserung erscheint die Zellsubstanz in der bei Weitem grössten Mehrzahl der Zellen nur dicht- und feinkörnig oder es treten neben den Körnchen noch sehr feine und kurze Fäden hervor. Nur in einzelnen Zellen sind etwas längere, mitunter verzweigte Fäden zu unterscheiden oder es sind in geringer Ausdehnung die Fäden netzförmig verbunden. Ebenso besitzen die Kerne neben den Kernkörperchen und einzelnen fädigen Strängen meist nur

einen körnigen oder körnig-kurzfädigen Inhalt. Dass aber auch die anscheinend nur körnigen Zellen ein fädiges Gefüge besitzen, schien aus den Befunden von eingerissenen Zellen hervorzugehen, indem hier sehr feine und in Körnchen auslaufende Fäden frei vorragten. Bei Anwendung einer 1250fachen Vergrösserung sind dementsprechend auch sowohl einzelne Fäden als Fadennetze in der Zellsubstanz wie in den Kernen in einer grösseren Zahl von Epidermiszellen und ebenso auch in den Bindesubstanzellen sichtbar und die Netze erscheinen bald als geschlossene, bald sind einzelne der die Maschen begrenzenden fädigen Septa von Lücken durchbrochen. In Betreff des von mir erwähnten Fehlens von Kernen in den Epidermiszellen jüngerer Larven bemerkt Flemming, dass die Kerne nur zu blass sind um lebend gesehen zu werden, auf Essigsäurezusatz dagegen momentan vortreten. Es kommt aber, wie ich mit Bezug auf die an den Krebsblutkörpern gemachten Beobachtungen bemerke, nicht sowohl darauf an, ob ein Kern nach Zusatz von Essigsäure überhaupt „vortritt", sondern ob er durch die letztere nur deutlicher oder ob er durch dieselbe überhaupt erst gemacht worden ist.

Klein[1]) hat Kern- und Protoplasmanetze aus den Zellen verschiedener Gewebe und drüsiger Organe von Tritonen und aus den Drüsenzellen von Säugethieren beschrieben. Die Plasmanetze zeigen zum Theil eine besondere Anordnung ihrer Fäden und in manchen, namentlich cylindrischen, gestreckten Zellen zahlreiche, der langen Axe parallele durch Querfäden verbundene Fibrillen. In den Endothelzellen des Mesenteriums von Triton und im Rete Malpighi von Säugern setzen sich die Netze von einer Zelle auf die andere fort. Die Kerne enthalten Netze von wechselnder Feinheit der Fäden und wechselnder Weite der Maschen, mitunter, wie in den sackförmigen Hautdrüsen von Tritonen mit besonderer, korbgeflechtartiger oder radiärer Anordnung der Fäden. Die Nukleolen bestehen aus derselben stark lichtbrechenden Substanz wie die Fäden des Netzes und hängen mit diesen allenthalben zusammen, sind somit nur als Verdickungen der Netzfäden zu betrachten. Die dickeren Fäden des Netzes zeigen zuweilen kleinere oder grössere Vakuolen und dasselbe ist auch der Fall mit den Nukleolen. Zuweilen ist das Netzwerk ganz gleichmässig ausgebildet und dann fehlen die Nukleolen.

Kern- und Zellnetze hängen durch die Kernmembran zusammen, an welcher Klein die Grenzlinie des Netzes und die

[1]) Quarterly journal of microscopical science, 1878 u. 1879.

eigentliche Membran unterscheiden will. In manchen Kernen fand sich dicht an der Membran und parallel zur Oberfläche des Kerns eine Lage cirkulärer Fibrillen die durch radiäre Fäden mit dem Innennetz zusammenhängen. Ueber die Beschaffenheit der Kernmembran hat sich Klein nicht näher ausgesprochen, während Pfitzner[1]) und Retzius[2]) derselben einen netzförmigen Bau zuschreiben.

Nach Pfitzner beruht das, was man als Kernmembran beschreibt (Epidermiszellen der Salamanderlarve) auf 2 Erscheinungen: „1) der optische Ausdruck einer scharfen Sonderung zwischen Kern (Kernsubstanz plus Kernsaft) und Protoplasma giebt die äussere Kontour ab; 2) durch die vorige schärfer hervorgehoben erscheint beim ruhenden Kern der wandständige Theil des dichtmaschigen Kerngerüsts auf dem optischen Durchschnitt als Membran. Jedes ähnliche Gerüstwerk muss auf dem optischen Querschnitt unbedingt den Eindruck einer Membran machen; besässe aber der Kern eine wirkliche Membran, so müsste dieselbe bei der Dicke des optischen Querschnitts auch von der Fläche als solche zu erkennen sein — man sieht aber stets nur ein Netzwerk, Auch müsste sie gelegentlich isolirt zur Beobachtung kommen, dies geschieht aber weder, wenn in Folge unerwünschter Reagentienwirkungen Vakuolen im Innern des Kerns aufgetreten sind, noch dann, wenn der Schnitt so fein ist, dass er nur Abschnitte des Kerns enthält."

Auch nach den Befunden von Retzius (Tritonen) geht den Kernen eine wirkliche Membran ab, an ihrer Oberfläche sieht man nur ein feines Maschennetz oder Gerüstwerk, welches dem in ihrem Innern befindlichen ähnlich ist; im Durchschnitt wird der Kontour durch einzelne distinkte Körnchen, die optischen Durchschnitte der feinen Fasern des Gerüstwerks gebildet und „zwischen ihnen sieht man an der Grenzkontour keine doppelte, sondern nur eine einfache Linie". An den von mir untersuchten Kernen thierischer Zellen liess die Hülle eine annähernd gleichmässig netzförmige Struktur nicht erkennen, sondern es waren in derselben derbere Körnchen und Fäden in wechselnder Vertheilung, meist aber dichter zusammengelagert als im Kerninnern, während die Lücken, so weit sie nicht leer waren, von einzelnen feinen ungefärbten Fäden durchsetzt oder von feinfädigen und sehr engmaschigen

[1]) Ueber den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirung des Zellkerns. Morphol. Jahrbuch Bd. 7.

[2]) Biologische Untersuchungen, Stockholm, 1881.

Netzen ausgefüllt wurden. Die Nukleolen fand Retzius von sehr wechselnder Form und konnte bei manchen Kernen deutlich wahrnehmen, dass ihre Fortsätze in das feine Gerüstwerk des Kerninnern auslaufen; ausserdem sah er Uebergänge zwischen Nukleolen und strangförmigen derberen Gebilden des Kerninnern.

Bezüglich der Angabe von Retzius, dass die Kerngerüste im Leben nur bei der sich theilenden Zelle wahrgenommen werden könnten, muss ich auf meine oben angeführten Befunde von den Kernen der Mundhöhlenepithelien und den Kernen der Krebsblutkörper verweisen.

Arnold[1]) sah Fäden der Kerngerüste in den Ganglienzellen, Leberzellen und Wimperepithelien die Kerngrenze nicht selten überschreiten und sich mehr oder weniger weit in das Protoplasma erstrecken.

Sehr mannichfache Kernformen sind vor Kurzem von Arnold aus den Riesenzellen vom Knochenmark von Kaninchen und Meerschweinchen beschrieben worden[2]). Neben gelappten, verästigten und genetzten mit einer deutlichen Wandschicht versehenen Kernen fand Arnold solche mit einer sehr derben, kompakten, dunklen Wandschicht die ein lichtes Innere einschliesst, andere die aus einem Gerüst netzartig verbundener Balken bestehen und solche deren Wand aus 2—3 übereinanderliegenden Schichten eines Korbgerüstes gebildet wird, das den hellen Binnenraum einschliesst, in welchem sich, wie in den Zwischenräumen des Balkengerüsts feine Körnchen und Fäden finden.

Ueber die Struktur der Kerne und der Zellsubstanz der Ganglienzellen vom Flusskrebs hat in der letzten Zeit Freud[3]) einige Mittheilungen gemacht. Der Zellkörper wird durchzogen von einem Netz mit gestreckten, um den Kern concentrisch geordneten Maschenräumen; beim Uebergang in die Netzstränge werden die feinen Fibrillen der zutretenden Nervenfaser rauher und breiter. Die Kerne überlebender Zellen besitzen eine feine Grenzlinie und enthalten ausser mehreren Kernkörpern verschieden gestaltete Gebilde, kurze, dicke Stäbchen oder lange, dünne, den Kern durchsetzende, gerade oder gewundene Fäden oder winklig geknickte, gegabelte Körper die mitunter zur Bildung zierlicher Figuren zusammentreten. Die Inhaltskörper des Kerns

[1]) Ueber feinere Struktur der Zellen unter normalen und pathologischen Bedingungen. Virchow's Archiv, Bd. 77.

[2]) Virchow's Archiv, Bd. XCIII.

[3]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 85, III. Abth. 1882.

zeigen Bewegungserscheinungen und Ortsveränderungen, die sich bald langsam, bald rasch vollziehen. Beim Absterben wird die Netzstruktur des Protoplasma undeutlich, der Kern erhält eine doppelt contourirte, dicke Membran, während seine Inhaltskörper verblassen und schwinden.

Freud erwähnt bei Besprechung der Literatur, dass er meine „vorwiegend auf die Bilder der Silberbehandlung gestützten Angaben" über die Struktur der Ganglienzellen, soweit sie über die Angaben von Remak und M. Schultze hinausgehen, sowenig wie andere Untersucher habe bestätigen oder verwerthen können. Bei Literaturbesprechungen setzt man als selbstverständlich die Kenntnissnahme der besprochenen Arbeiten voraus, Freud scheint dagegen dieses Vorurtheil überwunden zu haben. Dass er meine bezüglichen Arbeiten überhaupt nicht gelesen hat, geht schon aus der Aeusserung hervor, dass sich meine Befunde wesentlich auf die durch Silberbehandlung erhaltenen Bilder stützen sollen, während ich die Zellen vorwiegend frisch (in Hühnereiweiss), ausserdem in den schwachen Chromsäurelösungen M. Schultze's und an gehärteten und gefärbten Präparaten untersucht habe. Wenn Freud sich genauer um die Literatur bekümmert hätte, würde ihm nicht unbekannt geblieben sein, dass eine ganze Anzahl Beobachter meine Befunde in grösserer oder geringerer Ausdehnung bestätigt haben; auch die fädigen Bildungen, welche Freud im Innern der Kerne wahrgenommen hat, sind in ähnlicher Weise schon von mir und anderen Beobachtern in den Ganglienzellenkernen von Wirbelthieren wahrgenommen worden, wie Freud hätte wissen können. Es ist Freud ausserdem entgangen, dass ich die Plasmanetze in den Ganglienzellen vom Flusskrebs bereits vor längerer Zeit wahrgenommen und hervorgehoben habe, dass die Netze in spindelförmigen Zellen eine streifige und der Längsaxe der Ausläufer parallele Zeichnung hervorrufen, während in rundlichen oder ovalen Zellen die Fadennetze in der Umgebung des Kerns häufig concentrisch zur Peripherie desselben geschichtet scheinen.

Besonderheiten in der Art der Anordnung der Stromafäden im Kern sind von Eimer[1]) beschrieben worden der in Zellen aus den Geweben von Wirbellosen und von Wirbelthieren das Kernkörperchen von einer Schicht hyaliner Substanz umschlossen sah, deren Oberfläche mit Körnchen besetzt ist die im Durch-

[1]) Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XIV.

schnitt in Form eines Körnchenkreises vortreten. Von diesen Körnchen ziehen Fäden radiär zum Kernkörperchen, in einzelnen Fällen waren aber auch Verbindungsfäden zwischen den Körnchen des Körnchenkreises und zwischen ihnen und benachbarten Körnchen des Kerninhalts nachzuweisen. Als besonders günstige Objekte für Wahrnehmung der Kernstrukturen bezeichnet Eimer die Kerne der Quallen.

Eigenthümliche Inhaltskörper des Kerns hat neuerdings Balbiani[1]) in den Kernen der Speicheldrüsen und in den Kernen der Gewebe von Chironomus gefunden. Der Kern enthält 2 grosse vakuolenhaltige Nukleolen und einen blassen, verhältnissmässig derben Strang der in den meisten Fällen mit seinen beiden Enden in die Mitte der Nukleolen übergeht und aus halbfesten, durch eine flüssige Substanz von einander getrennten Querscheiben besteht. Bei älteren Larven ist der Strang oft in mehrere Fragmente zerfallen, auch wurde oft eine Längsspaltung desselben beobachtet. Eine allgemeinere Bedeutung scheint aber nach Flemming's Angaben diesen Befunden nicht zuzukommen.

Bezüglich der wechselnden Beschaffenheit des Kernstroma und der Kernmembran, des Zusammenhangs der letzteren mit dem Kernstroma und mit Plasmanetzen, des Durchtretens von Kernfäden durch Lücken der Membran und der dadurch vermittelten direkten Verbindung zwischen Theilen des Zellkörpers und solchen des Kerninnern fand ich ganz ähnliche Verhältnisse bei der Untersuchung von Pflanzenzellen[2]). Dieselben erwiesen sich in mehrfacher Beziehung und auch insofern als günstigere Untersuchungsobjekte, weil häufig die Verhältnisse einfacher waren als an den von mir untersuchten thierischen Zellen. So trifft man nicht selten Kerne die ganz aus Netzen von gleichartiger Beschaffenheit bestehen, kein derberes Stroma neben einem zarten und auch keine besondere Hülle besitzen. Die Netze sind dann entweder blass, sehr feinfädig und engmaschig oder derbfädig, ziemlich stark glänzend und weitmaschig, so dass bei Scheitelansichten der Kerne die weiten Maschen einen freien Einblick in die benachbarten Theile des Kerninnern gestatten. Die Netze besitzen, je nachdem die Maschen gleichmässig rund oder oval, quadratisch oder rechteckig sind, im ersteren Fall ein

[1]) Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus. Zoolog. Anzeiger 1881.

[2]) Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Jena 1880.

siebförmiges, im letzteren ein gitterförmiges überaus zierliches Aussehen. Gitterförmige Netze können nicht unter allen Umständen als Netze erkannt werden, wie sich mit Hülfe eines kleinen Modells leicht anschaulich machen lässt. Wenn mehrere einfache Netzlamellen mit quadratischen oder rechteckigen Maschen parallel miteinander und unter einem Winkel von 45° zur Horizontalebene aufgerichtet (über einen kleinen Holzrahmen aufgezogen) sind und die Knotenpunkte je zweier benachbarter, um die Weite eines Maschenraums von einander entfernter, Lamellen miteinander unter Bildung von rechten Winkeln durch Fäden verbunden werden die ebenfalls mit der Horizontalebene einen Winkel von 45° machen, so entsteht eine Netzschicht, in welcher sämmtliche Maschen eine quadratische oder rechtwinklige Form besitzen. Wenn eine so beschaffene und so gerichtete Netzschicht in die Gesichtsebene des Mikroskops tritt, wird man Netze überhaupt nicht, sondern nur parallele, in regelmässigen Abständen mit Körnchen besetzte Fäden und ausserdem kurze Fäden wahrnehmen können die von den Körnchen schräg auf und absteigen und bald ganz verschwinden. Ob Netzschichten mit gleichbleibender Weite und mit der gleichen regelmässigen Form ihrer Maschen in grösserer Ausdehnung vorkommen, bleibt dahingestellt, immerhin wird zu berücksichtigen sein, dass beim Vortreten feiner paralleler Fäden eine Körnelung derselben auf das Bestehen von netzförmigen Verbindungen zwischen ihnen hinweisen kann, auch dann, wenn solche Verbindungen in der Gesichtsebene nicht vorhanden sind.

Bei Bildung gitterförmiger Netze werden an der Verbindungsstelle, dem Knotenpunkt von je 4 Netzfäden 4 rechte Winkel gebildet, es entsteht aber mitunter ein gitterförmiges Aussehen auch dann, wenn feine, parallele Fibrillen von feinen, darüber liegenden und ebenfalls parallelen Fibrillen rechtwinklig gekreutzt werden, so dass es sehr genauer Einstellung bedarf, um sich über den Sachverhalt zu orientiren. Ausser runden, ovalen, quadratischen oder rechteckigen Maschen finden sich solche von unregelmässig 3 oder 4eckiger, sowie von regelmässig oder unregelmässig polygonaler Form, häufig mit abgestumpften Winkeln. Kerne mit blassen, feinfädigen und engmaschigen Netzen und andere mit weitmaschigeren, derber fädigen und glänzenderen Netzen finden sich in den Epidermis — und den chlorophyllhaltigen Mesophyllzellen der Blätter von Aloe arborescens und grandidentata, von Sanseviera carnea und von Dracaena. Andere Kerne schliessen zwar auch feinfädige und engmaschige

Netze ein, daneben aber noch ein Gerüst von derberen, zum Theil verzweigten Fäden und Strängen wie von knotigen Bildungen die überall mit den umgebenden Netzen, zum Theil aber auch untereinander und mit der Hülle zusammenhängen. Nach Form, Menge und Art und Weise der Vertheilung und Verbindung der das derbere Gerüst constituirenden Theile zeigt dasselbe ausserordentliche Verschiedenheiten. Wo es sich findet ist in der Regel auch eine deutliche, aus derberen Körnchen und Fäden zusammengesetzte Hülle vorhanden, deren Lücken offen stehen, von Netzen oder einzelnen austretenden Fäden durchsetzt oder von sehr feinen Fäden überbrückt werden. Die Lücken zwischen den Gerüstbalken werden statt von Netzen häufig von feineren Fäden durchsetzt die zwar auch mit den Gerüstbalken und unter sich zusammenhängen, aber sich nicht zur Bildung geschlossener Maschen verbinden, sondern vielfach überschneiden. In den centralen Abschnitten der Kerne von Aloe arborescens und grandidentata finden sich nicht selten ziemlich grosse, unregelmässig begrenzte und von homogener Kernsubstanz ausgefüllte Räume, ausserdem schliessen Schichten der letzteren häufig das oder die Kernkörperchen ein und können den doppelten Durchmesser der letzteren erreichen. — Ziemlich häufig sind ferner Kerne die ein fein- oder derbkörniges Aussehen besitzen, neben den Körnchen häufig noch sehr kurze und vereinzelte längere Fäden einschliessen, aber weder ein derberes, gerüstförmiges Stroma enthalten, noch eine Netzstruktur erkennen lassen. Die Kerne mit derberen Körnchen besitzen in der Regel auch eine deutliche Hülle.

Bezüglich der Beschaffenheit ihrer Membran boten in Pflanzenzellen die Kerne mit derberem Stroma häufig ein ähnliches Verhalten wie ich es früher bezüglich der Knorpelzellen geschildert habe. Zur Untersuchung der Beschaffenheit der Membran im Bereiche des Kernscheitels können natürlich nur freiliegende, weder von Chlorophyllkörpern, noch von geformten Theilen des Zellplasmas umgebene Kerne verwendet werden, am besten nach vorgängiger Färbung. Bei vorsichtiger Einstellung der Kernoberfläche zeigt die Membran bald nur ein undeutlich matt, mehr oder weniger fein und dicht granulirtes oder wie chagrinirtes Aussehen, oder es treten Gruppen deutlicher zu unterscheidender, dicht gestellter feiner und derberer Körnchen, neben denselben kurze und hie und da auch längere und derbere Fäden sowie einzelne knotige, mit kurzen Fortsätzen versehene oder in längere Fäden auslaufende Gebilde hervor. Vereinzelte Lücken zwischen

diesen Theilen sind bald sichtbar, bald nicht. Im Bereiche der zwischen Kernscheitel und dem gewöhnlich eingestellten grössten, äquatorialen Durchmesser gelegenen Kernabschnitte tritt die Membran in Form eines deutlich wahrnehmbaren Kontours nur so weit vor, als die Wölbung des Kerns eine relativ steile ist, da im anderen Fall immer gleichzeitig die Theile des unmittelbar angrenzenden tiefer liegenden Abschnitts des Kernumfangs im Diffusionsbild gesehen werden. Es werden im ersten Fall ähnliche fädige und fädig-körnige Kontouren sichtbar, wie innerhalb des äquatorialen Durchmessers und zeigen mitunter ebenso wie im Bereiche des letzteren an wechselnden Stellen grössere und kleinere Unterbrechungen. Will man sich nun ein Bild von der Zusammensetzung der Kernmembran machen, so ist dies nur möglich bei Vergleichung des Befundes bei Ansicht des Kernscheitels mit dem des optischen Membrandurchschnitts. Die Befunde von dicht gestellten Körnchen oder von kurzen Fäden würden dann solchen Durchschnittsbildern entsprechen, wo sich zwar ein fädiger Kontour findet, der aber bei genauerer Betrachtung sich aus einzelnen dicht zusammengedrängten Körnchen und einzelnen Fadenstücken zusammengesetzt erweist, etwa wie der Durchschnitt durch ein Strassenpflaster, in welches eine Anzahl längerer, schmaler Platten eingefügt sind. Es finden sich aber im Durchschnitt auch ununterbrochene, glatte, nicht körnige Kontouren, die den Kern ganz oder zum grössten Theil umgreifen. Da mitunter die Fäden der Membran spangen- oder rippenförmig die Kernoberfläche umgreifen, so können solche Fäden, wenn sie zufällig in der gerade eingestellten Durchschnittsebene liegen als Kontouren vortreten; dass sie aber selbständige Fäden sind, lässt sich ihnen nicht ansehen und da man den Kern nicht umdrehen und sein Durchschnittsbild mit dem Bild der Scheitelfläche vergleichen kann, lässt sich unter diesen Umständen das Vorhandensein einer continuirlichen, im Durchschnitt als fädiger Kontour vortretenden Hülle nur dann ausschliessen, wenn beim Wechsel der Einstellung Lücken innerhalb des Kontours vortreten, oder wenn der neu vortretende Kontour den vorher sichtbaren überschneidet, wie ich dies schon bezüglich der ähnlichen Bilder bei den Kernen der Knorpelzellen hervorgehoben habe. In Fällen wo dies nicht gelingt, kann der glatte, fädige Kernkontour der Ausdruck einer continuirlichen, nicht durchbrochenen Membran sein, indessen lässt sich auch dann die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass zwar ein sehr dichtes netzförmiges Gefüge besteht,

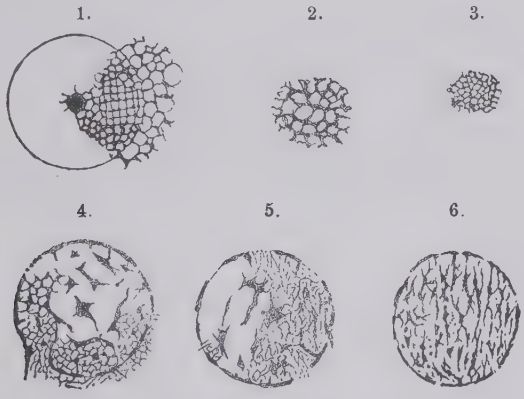
dass aber die Maschen desselben zu klein sind um wahrnehmbare Unterbrechungen des Kontours hervorzurufen. Ganz dasselbe gilt auch für die anscheinend solide Wandung von Kernkörperchen mit körnig-fädigem oder netzförmig differenzirten Innern, da bei einer gewissen Enge der Maschen dieselben wegen der entstehenden Diffusionsbilder nicht mehr unterschieden werden können, wenn die begrenzenden Fäden übereinander liegen, während Maschen von grosser Enge noch unterschieden werden können, wenn die begrenzenden Fäden in derselben Ebene nebeneinander liegen.

Manche Kerne besitzen eine sehr derbe, glänzende, nach Innen nicht scharf abgegrenzte, durch Verdichtung und Homogenwerden der ganzen peripheren Kernschicht zu Stande gekommene Membran die in den Kernen der subepidermoidalen Zellen von Aloe grandidentata mitunter eine sehr auffallende Dicke erlangt. Andere der zum Theil ungewöhnlich grossen Kerne dieser Zellen sind durch ihr ausserordentlich derbes und weitmaschiges Stroma in noch höherem Grade ausgezeichnet als die entsprechenden Kernformen in den Zellen der Blätter von Sansevieria carnea. Ausserdem aber liess sich an gefärbten Kernen mit sehr derbfädigem und weitmaschigen Membrannetz mit voller Sicherheit nachweisen, dass manche der weiteren wie der engeren Maschen des letzteren von einer Membran überspannt wurde, in welche die Netzbälkchen in ähnlicher Weise eingelassen sind, wie die Zehen in der Schwimmhaut. Die Membran war deutlich gefärbt, obschon schwächer als die Bälkchen und schloss mitunter einige kleinere oder grössere, runde oder ovale, helle, scharf begrenzte und leere, ungefärbte Lücken ein. Beim Vorhandensein solcher Lamellen wird natürlich im optischen Durchschnitt das Bild eines anscheinend fädigen, ungleich dicken, ringförmigen oder unterbrochenen Kontours entstehen, je nachdem eine Membran den Kern innerhalb der Einstellungsebene ganz oder theilweise umschliesst, von Lücken durchbrochen ist oder nicht.

Um sich ein anschauliches Bild der geschilderten Strukturverhältnisse zu machen, braucht man sich nur der von einem Fadennetz umstrickten Spielbälle zu erinnern. Denkt man sich den Raum, welchen der Ball ausfüllt, eingenommen von Netzen, welche die gleiche Beschaffenheit besitzen wie das umstrickende Netz, in der Peripherie mit dem letzteren, im Centrum mit dem Kernkörperchen zusammenhängen, so ist damit die einfachste Form der Netzstruktur gegeben. Von der Weite der Maschen und der

Stärke der Maschensepta hängt die grössere oder geringere Deutlichkeit ab, mit welcher die Netze vortreten. In vielen, vielleicht den meisten Fällen, sind aber die Strukturverhältnisse nicht so einfach, sondern Hülle und Stroma zeigen einen zusammengetzteren Bau. Die Hülle besteht, soweit sie gesonderte Formelemente überhaupt deutlich unterscheiden lässt, aus dicht zusammengedrängten und in sehr wechselnder Weise angeordneten Körnchen und Fäden, lässt eine netzförmige Struktur, wenn überhaupt, so nur in beschränkter Ausdehnung erkennen und weist Lücken in wechselnder Zahl und Grösse auf; ebenso erhält das Kerninnere ein ganz anderes Aussehen, wenn dasselbe von derberen verzweigten Fäden und Strängen durchzogen wird und daneben noch knotige und kernkörperchenartige Bildungen einschliesst. Die Lücken des derberen Stroma sind dann bald leer, bald werden sie von feinfädigen Netzen oder überhaupt von feineren Fäden und Körnchen, resp. Fadendurchschnitten eingenommen.

Zur Erläuterung des Gesagten mögen die folgenden Abbildungen dienen.



Der Kern 1 enthält theils sieb- theils gitterförmige, mit dem Kernkörperchen wie mit den umschliessenden weitmaschigen Plasmanetzen zusammenhängende Netze; eine besondere Kernmembran fehlt hier ganz und der Kern erscheint innerhalb der Plasmanetze nur wegen der grösseren Enge seiner Netzmaschen als besonderer Körper. Kerne von ähnlicher Beschaffenheit finden sich in den Zellen des Mesophyll's von Dracena und Aloe.

In 2 und 3 sind Scheitelansichten zweier Kerne aus den Pallisadenzellen der Blätter von Sanseviera carnea abgebildet; eine besondere Kernhülle fehlt hier ebenfalls, die Netze der Ober-

fläche haben ganz die gleiche Beschaffenheit wie die des Kerninnern, sind in 2 sehr weit — in 3 engmaschig.

In 4, 5 und 6 besitzen die Kerne ein derberes und ein feineres Stroma und eine deutliche Hülle. Das feinere Stroma wird in 4 durch Netze, in 5 durch ein Reiserwerk von Fäden gebildet, die zwar vielfach unter sich und, wie die Netze, mit den derberen Stromatheilen und mit der Hülle zusammenhängen, aber nur hie und da geschlossene Maschen umgrenzen. In 6 verlaufen die derberen Stränge vorwiegend in der längeren Axe des Kerns, theilen sich vielfach und laufen in feinere Fäden aus, die unter sich wie mit der Hülle zahlreiche Verbindungen eingehen, aber ebenfalls keine Netze bilden. Die Hülle zeigt bei allen 3 Kernen zahlreiche Unterbrechungen; einzelne Lücken werden von Körnchen und von austretenden Fäden durchsetzt, andere durch feine Fäden oder, wie in 4 links oben, durch eine Körnchenreihe überbrückt. Kerne von dieser Beschaffenheit finden sich in den Zellen des Mesophyll's von Aloe, Dracaena und Sanseviera.

Den geschilderten ähnliche Struckturverhältnisse bieten auch die Kerne der Krebsblutkörper wie die freien Kerne des Krebsbluts dar. Dieselben zeigen sehr beträchtliche Verschiedenheiten, nach Beschaffenheit und Art und Weise der Anordnung der Theile ihres Stromas und ihrer Hülle, wenn auch die Mehrzahl derselben den auf Taf. I in Fig. 1*d*, 2*c*, 3*c*, 4*b*, 6*c*, 7*c*, 8*c* und 10*e* abgebildeten gleicht. Die Membran setzt sich aus mehr oder weniger derben Körnchen und aus fädigen, kürzeren oder längeren, mitunter stäbchen- oder spangenartigen, nicht selten mit zackigen oder knotigen Prominenzen besetzten Bildungen zusammen, die mehr oder weniger dicht aneinander gelagert sind. Bei Ansichten der Kernoberfläche treten bald nur ziemlich gleichmässig dicht gestellte Körnchen vor, zwischen welche mitunter einzelne grössere, eckige, unregelmässig gestaltete Körper eingeschaltet sind, bald sind die Körnchen etwas weiter von einander gerückt und untereinander zum Theil durch sehr kurze Fadenstücke verbunden oder es ziehen einzelne längere und derbere Fäden zwischen ihnen über die Oberfläche des Kerns hin. Ausser den Membranlücken treten an der Kernoberfläche auch Stellen vor wo dieselbe ein homogenes oder ganz undeutlich granulirtes, mattglänzendes Aussehen, darbietet und mitunter einzelne stärker brechende, deutlicher umschriebene Körnchen einschliesst. Wie beim Wechsel der Einstellung so wechselt auch beim Hin- und Herflottiren wie beim langsamen Rotiren der Zellen mit Aende-

rung des Durchschnittsbildes die Beschaffenheit und Anordnung der die Hülle constituirenden Elemente.

Das Stroma besteht aus einzelnen derben, zackigen, zum Theil in feine Fäden auslaufenden kernkörperchenartigen Gebilden, aus derberen Fäden und Strängen die sich häufig theilen, mit den letzteren wie mit der Hülle und untereinander Verbindungen in wechselnder Häufigkeit eingehen, sehr oft aber kein zusammenhängendes, gleichmässig das Kerninnere durchziehendes Gerüst bilden. Beim Fehlen derberer Stromatheile finden sich in grösserer Häufigkeit feine Fäden und deren Durchschnitte oder Netze, welche einen grösseren oder geringeren Theil des Kerninnern einnehmen.

Auf Tafel II in Fig. 14—18 sind theils Kerne mit einer von der gewöhnlichen etwas abweichenden Beschaffenheit ihrer Hülle und ihres Stroma abgebildet, theils successive Durchschnittsbilder ein und desselben Kerns.

Die Kerne *a—e* Fig. 14 besitzen theils eine ungewöhnlich derbe, solide oder nur von vereinzelten Lücken durchbrochene Hülle die durch bauchige, zackige und knotige Vorsprünge die Lichtung verengt, theils enthalten sie ungewöhnlich derbe Knoten und Stränge.

Die Kerne *a—h,* Fig. 15, besitzen dagegen zum grössten Theil ein ziemlich dichtes Stroma und eine zartere, nur partielle Verdickungen aufweisenden Hülle. In *b, c* und *d* wird das Kerninnere ziemlich vollständig von engmaschigen Netzen eingenommen die theils mit der Hülle, theils mit den ausgezackten Strängen und Kernkörperchen zusammenhängen. Am unteren Umfang von *b* und am oberen und unteren Umfang von *d* fehlt die Hülle ganz und die Kerngrenze wird hier lediglich durch Netzfäden gebildet; am unteren Umfang von *c* ist in eine grössere Lücke der Hülle ein Faden so eingeschaltet, dass er mit dem einen Ende sich unter die Hülle schiebt, mit dem anderen dagegen über dieselbe ausgreift. *e—h* sind Durchschnittsbilder von Kernen oberhalb ihres äquatorialen Durchmessers, dessen Umfang durch die Schattirung angedeutet ist. Am oberen linksseitigen Umfang von *e* und am unteren Umfang von *f* fehlt eine besondere Hülle und statt ihrer wird die Kerngrenze nur durch die peripheren Körnchen gebidet. Von der Hülle des Kerns *g* erstrecken sich zackige, spitz auslaufende Fortsätze in das Kerninnere, welches eine Anzahl spindelförmiger, verzweigter Stromakörper enthält. In *h* läuft die Hülle am oberen linksseitigen Umfang in eine Körnchenreihe aus

und hängt in ihrer übrigen Ausdehnung mit den Netzen des Kerninnern überall zusammen.

Fig. 16 *a* und *b*, derselbe Kern in der Ebene seines grössten Durchmessers und in der Ebene seines oberen Abschnitts. Bei *a* läuft im Bereiche der Lücke am unteren Umfang die Hülle in Fäden aus die sich übereinander schieben; bei *b* finden sich mehrere kleinere Kontourlücken und eine grössere am rechten Umfang, welche durch eine Körnchenreihe ausgefüllt wird.

Fig. 17, *a*, *b* und *c*, 3 übereinander liegende Durchschnittsbilder desselben Kerns die mit Aenderung seiner Form auch einen Wechsel in der Beschaffenheit der Hülle und der Stromatheile zeigen. Die Hülle ist von einer Anzahl Lücken durchbrochen und wird am oberen Umfang von *a* und *b* durch einen feinen Faden gebildet.

Fig. 18, *a*—*d* 4 successive Durchschnittsbilder desselben Kerns die ebenfalls mit abnehmender Grösse einen Wechsel seiner Form wie der Beschaffenheit der Hülle und des Stromas darbieten, am auffallendsten bei *c*, wo der obere linksseitige Umfang durch eine Körnchenreihe begrenzt wird, während im unteren Kernabschnitt eine Netzschicht vortritt. Bei *d* sind die Kontouren bis auf den oberen Umfang wieder vollständig, während das Innere ein sehr verändertes Aussehen erhalten hat durch lange, zum Theil verzweigte Fortsätze die sich rechts von der Hülle bis weit in das Innere hinein erstrecken.

XII. Struktur der Epidermiszellen des Hühnchens in der letzten Woche der Bebrütung.

Vor einiger Zeit habe ich die Strukturverhältnisse der Epidermis und des Rete Malpighi von jungen, seit einem oder 2 Tagen aus dem Ei geschlüpften Hühnchen geschildert[1]). Die Struktur der Epidermiszellen ist hier namentlich wegen des Verhaltens des Kernstromas zu den fädigen Strukturen des Zellkörpers von Interesse. Während sehr häufig der Kern in den Zellen nur desshalb als ein besonderer Körper vortritt weil er derbere Formelemente in dichterer Stellung enthält als der Zellkörper, findet in den Epidermiszellen vom Hühnchen gerade das Gegentheil statt, der Kern enthält geformte, derbere Theile in geringe-

[1]) Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XIV.

rer Menge als die Zellsubstanz und erscheint desshalb lichter als die letztere. Eine besondere, den Kern deutlich abgrenzende und ihm zugehörige Membran fehlt und die der Kerngrenze entlang ziehenden Fäden gleichen nach Stärke, Brechungsvermögen und ihrem Verhalten zu Farbstoffen vollständig den Fäden des Zellkörpers, biegen auch mitunter vom Kernumfang aus um sich in dem letzteren zu verlieren.

Abweichende Strukturverhältnisse boten am 17ten—19ten Tage der Bebrütung die Zellen in den tieferen Epidermisschichten dar. Dieselben enthalten theils zierlich genetzte Zellen, die einen Kern überhaupt nicht oder nur das Rudiment eines solchen besitzen, theils Zellen, die von mehr oder weniger dicht gestellten Körnern ziemlich gleichmässig erfüllt werden und nur zum Theil in ihren centralen Abschnitten eine rundliche oder ovale Lücke von der Form und Grösse eines kleinen Kerns aufweisen welche feinere, aber nicht färbbare Stromatheile enthält.

Der Körper der Körnerzellen wird ganz oder zum bei Weitem grössten Theil eingenommen von runden oder ovalen, mitunter zu keulen- oder stäbchenförmigen Gebilden verlängerten oder zu derben knorrigen, wurst- oder rankenförmigen Strängen verschmolzenen Körnern. Dieselben hängen untereinander vielfach durch Fäden von wechselnder Feinheit zusammen, welche die zwischen ihnen, wie die zwischen den stäbchen- und strangförmigen Gebilden befindlichen schmalen und hellen Spalten durchsetzen. Hie und da bleiben aber zwischen den Körnern grössere, rundliche oder ovale Lücken frei die bald nur dem Raum entsprechen welchen 1—2 Körner einnehmen, bald grösser sind, Form und Grösse eines Kerns, aber nicht dessen Charaktere besitzen. Den grösseren wie den kleineren Lücken fehlt eine eigene Begrenzung ganz, sie enthalten blasse und feine Körnchen und Fäden die in der Peripherie sich in die Spalten hinein erstrecken, welche die umschliessenden Körner von einander trennen und die den Körnchen und Fäden gleichen, welche in der ganzen Ansdehnung der Zellen in diesen Spalten sichtbar sind. Die Körner werden durch nicht alaunhaltige, mit etwas Ammoniak versetzte Hämatoxylinlösung und durch Karmin dunkel gefärbt, die Lücken färben sich gar nicht oder es nehmen nur die in ihnen eingeschlossenen Körnchen und Fäden eine schwache Färbung an. Von einem Kern ist auch nach der Karmin- und Hämatoxylinbehandlung nichts wahrzunehmen.

Der Körper der Netzzellen wird in seiner ganzen Ausdeh-

nung von weitmaschigen Netzen durchzogen, die bald überall ziemlich die gleiche Beschaffenheit darbieten, bald in dem Zellinnern weitere Maschen und derbere Septa besitzen als in der Peripherie. Ein Theil der Netzzellen schliesst weder einen Kern noch irgend auffallende Anhäufungen der die Netze bildenden Substanz ein, in anderen Zellen sind an Stelle der Knotenpunkte der Netzfäden hie und da Körner eingelagert und in grosser Häufigkeit finden sich Zellen in welchen die Netzfäden von einem derben centralen Körper, seltener von einem Paar derselben ausstrahlen. Es sind derbe, knotige, strang-, sichel- oder halbmondförmige Gebilde die einen ziemlich starken Glanz besitzen und nach ihrer Form und Grösse wie nach Art der Vertheilung der von ihnen abgehenden Fäden sich viel eher mit Kernkörperchen und mit verästelten Strängen aus dem Innern von Kernen als mit Kernen selbst vergleichen lassen. Beim Fehlen von Netzen sind in manchen Zellen nur kleine, unregelmässig gestaltete Knötchen im Zellinnern vertheilt von denen Fäden ausgehen die sich in der sehr fein und blass granulirten Zellsubstanz verlieren; ein centraler strang- oder kernkörperchenartiger Körper kann gleichzeitig vorhanden sein oder fehlen.

Durch Hämatoxylin und Karmin werden die centralen Körper und derbere Netzknotenpunkte dunkler gefärbt als die Netzfäden.

Auf Zusatz von Essigsäure ziehen sich, auch nach starker Verdünnung derselben, die Netzzellen stark zusammen, der Zellkörper bekommt unter Schwinden der Netze eine sehr feine, blasse und gleichmässig dichte Granulirung und statt eines centralen homogenen, glänzenden Körpers tritt jetzt ein rundliches, ovales oder längliches, mitunter biskuitförmiges Klümpchen einer granulirten Substanz vor, deren Körnchen etwas derber und stärker brechend sind als die des Zellkörpers. Die Körnerzellen ziehen sich bei Einwirkung der Säure ebenfalls unter Aenderung ihrer Form beträchtlich zusammen, die Körner verblassen und die ganze Zelle bekommt ein gleichmässig blass-fein und dichtkörniges Aussehen, ohne dass auch jetzt von einem Kern das Geringste zu sehen wäre.

Die mitgetheilten Beobachtungen zeigen in der unzweideutigsten Weise, dass beim Fehlen eines Kerns ein Körper, der nach seinem Verhalten zu Farbstoffen als ein Nuklein oder als nukleinhaltig angesehen werden muss, die besonderen, wechselnden Strukturen der Zelle bedingen und durch dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung verbreitet sein kann. Eine centrale Anhäu-

fung seiner Substanz, die sich als Aequivalent eines Kerns ansehen liesse, ist häufig vorhanden, fehlt aber in anderen Zellen ganz.

In den Zellen der obersten Epidermisschicht werden die Kerne bald nur ebenso stark und nur das Kernkörperchen tiefer gefärbt als die fädige Substanz des Zellkörpers, bald wird der ganze Kern etwas dunkler gefärbt als die letztere.

An Stelle des noch nicht überall entwickelten Rete M. findet sich eine Keimschicht in Form einer feinkörnigen Masse, in welche derbere Körnchen und Kernkörperchen in wechselnder Menge eingestreut sind. Die letzteren sind mitunter in kleine Schichten homogener Substanz eingebettet, scheinen in Gewebslücken zu liegen. In Essigsäure hellt sich die feinkörnige Masse auf, während die derberen Körnchen und die Kernkörperchen schärfer vertreten, aber weder durch Hämatoxylin noch durch Essigsäure wird ein Kern sichtbar gemacht.

XIII. Ueber die Struktur der Fettzellen und ihrer Membran[1]).

Der von mir früher geführte Nachweis, dass in die Membran mancher Pflanzenzellen sich Protoplasmafäden einsenken und dass beim Dickenwachsthum der Membran wandständige Lamellen geformten Protoplasmas in die Zusammensetzung der jüngsten Membranlamelle eingehen, hatte die Frage nahe gelegt, ob nicht unter Umständen die Membran thierischer Zellen ein analoges Verhalten darbiete und die letztere nicht sowohl oder nicht allein aus einer Verdichtung der peripheren Protoplasmaschicht als aus einer chemischen Umwandlung derselben hervorgegangen sei. Es schien dies wenigstens in Betreff der Fettzellen nicht unwahrscheinlich, da die Membran derselben häufig ein ganz homogenes Aussehen besitzt und im optischen Durchschnitt auch von wandständigen Protoplasmaschichten ziemlich scharf gesondert erscheint. Zur Untersuchung diente Muskelfett der Katze und Fett aus dem Mesenterium des Meerschweinchens.

Das Protoplasma der Fettzelle findet sich vorwiegend in der Umgebung des Kerns, mitunter aber auch noch an anderen Stel-

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften vom 10. Nov. 1882.

len des Zellumfangs oder auch im Zellinnern in Form unregelmässig begrenzter Schichten. Auch Flemming[1]) erwähnt das Vorkommen körniger, durch Karmin färbbarer Massen im Zellinnern. Das Protoplasma ist feinkörnig oder lässt neben den Körnchen noch sehr kurze, zum Theil mit ihnen zusammenhängende Fäden, aber nur selten überaus engmaschige Netze wahrnehmen. Der Kern besitzt eine deutliche Hülle, ein dicht und meist ziemlich gleichmässig fein granulirtes Innere und ein mitunter körniges Kernkörperchen. Auch im Kern sind Netze nur selten und bei der grossen Feinheit ihrer Fäden und der Enge der Maschen nur schwer wahrzunehmen. Kern und Protoplasma werden bald von der Membran umschlossen, bald nicht, und im letzteren Fall zeigt das Protoplasma im Durchschnitt eine zarte, fädige oder körnige, mitunter durch kleine Lücken unterbrochene Kontourlinie, die sich in die membranösen Abschnitte fortsetzt. Der Kern wird nicht selten nur an den Polen oder an diesen und im Bereiche seines dem Zellinnern zugewendeten Umfangs vom Protoplasma umschlossen, liegt dagegen mit seinem äusseren Umfang frei und betheiligt sich in der Ausdehnung des letzteren an der Bildung der Zellgrenze. Besitzt dagegen die Zelle auch im Bereiche des wandständigen Protoplasma eine Membran, so ist dieselbe von der Kernoberfläche bald durch einen schmalen Spalt getrennt, bald mit der Kernhülle verschmolzen. Ziemlich häufig sind auch in der unmittelbaren Umgebung des Kerns nur sehr spärliche Protoplasmareste vorhanden.

Die Zellmembran besitzt ein blass granulirtes oder homogenes Aussehen, wird durch Carmin und Anilinfarben nicht oder nur sehr schwach gefärbt, während nach Goldbehandlung die granulirten Abschnitte eine lichtere oder dunklere blaugraue oder violette Färbung annehmen, aber auch dann (an durch Alkohol- und Terpentinbehandlung aufgehellten Präparaten) die Körnchen nicht so deutlich vortreten lassen, wie innerhalb des unveränderten Protoplasmas. Ziemlich häufig finden sich Zellen mit nach Goldbehandlung theilweise gefärbter, granulirter, theilweise nicht oder sehr wenig gefärbter, blass und undeutlich granulirter oder ganz homogener Membran. Die homogenen ungefärbten Membranabschnitte schliessen mitunter kleine Inseln granulirter und gefärbter Membransubstanz ein und erhalten dadurch ein etwas scheckiges Aussehen, während in den gefärbten Membranabschnitten sich

[1]) Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XII.

ausser dicht gestellten Körnchen noch feine und meist kurze Fäden wie vereinzelte, wie es scheint aus verschmolzenen Körnchen gebildete Platten und Streifen unterscheiden lassen. Im optischen Durchschnitt bildet die Membran einen fortlaufenden fädigen Kontour, der je nach Beschaffenheit der letzteren ein ganz glattes oder ein granulirtes Aussehen darbietet und eine wechselnde Dicke besitzt; der Innenfläche der Membran sind in manchen Zellen leistenförmig vorspringende Schichten verdichteten Protoplasmas angelagert, die nicht blos durch Goldchlorid, sondern auch durch Karmin und Anilinfarben ziemlich dunkel gefärbt werden und aus vergrösserten und zum Theil verschmolzenen, sonst aber nicht weiter veränderten Körnchen gebildet zu sein scheinen.

Die Membranen benachbarter Zellen sind vielfach unter einander zur Bildung einfacher derber Zellscheidewände verschmolzen, ausserdem aber verschmelzen die Zellmembranen mit den Wandungen benachbarter Kapillaren und wie es scheint, auch mit Ausläufern von Bindegewebszellen und mit Bindegewebsfasern. Die letzteren verbreiten sich in wechselnder Menge und Stärke zwischen den Fettzellen, lassen sich von einer zur andern verfolgen, treten zum Theil gleichzeitig mit der Granulirung der Membran deutlich vor und enden fein auslaufend auf der letzteren nach vorgängigen Theilungen. An mit Gold behandelten Präparaten sind sie leicht wahrzunehmen und zu verfolgen.

An den Rändern von durch Zerzupfen isolirten Fettzellenhaufen sind sehr häufig Zellen mit Faltungen und mit weiten und unregelmässig gestalteten Einrissen und Lücken ihrer Membran sichtbar, ausserdem kommen aber, wenn auch im Ganzen selten und nur an vereinzelten Zellen Lücken und Spalten vor, die präformirt zu sein scheinen und namentlich innerhalb dunkler gefärbter Membranabschnitte durch ihre Helligkeit auffallen. Dieselben besitzen eine sehr wechselnde Form und Grösse, sind rund, oval, spindel-, birn- oder schlitzförmig, die kleinsten mitunter dreispaltig, und ihr Durchmesser schwankt zwischen dem eines Kernkörperchens und dem eines kleinen Kerns. Da sie häufig durch einen glatten, mitunter sogar durch einen etwas verdickten und stärker glänzenden Membrankontour begrenzt werden, lässt sich nicht wohl annehmen, dass beim Zerzupfen des Gewebes durch den Zug seitens der mit der Membran verwachsenen Gefässe und Bindegewebsfasern kleine Membranfetzen ausgerissen worden seien. Vor Verwechslung des optischen Durchschnitts umschriebener buckliger

Verwölbungen der Membran mit Membranlücken sichert man sich durch den Wechsel der Einstellung.

Bei Flächenansichten der Membran wie am optischen Durchschnitt derselben überzeugt man sich, dass gefärbte Membranabschnitte in ungefärbte übergehen und ebenso, dass wandständige Protoplasmaschichten sich unmittelbar, unter Undeutlichwerden ihrer Körnchen und Fäden, in gefärbte Membranabschnitte fortsetzen, wenn sie nicht selber ebenfalls von der Membran umschlossen werden. Die letztere selbst ist mithin hier nicht aus einer blossen Verdichtung des Protoplasma hervorgegangen, sondern aus einer chemischen Umwandlung desselben, die zunächst die Substanz zwischen den Körnchen und Fäden, dann aber auch die letzteren selbst zu betreffen scheint, so dass dann die Membran ein mehr homogenes Aussehen erlangt und sich weder durch Karmin und Anilinfarben noch durch Goldchlorid färben lässt. Die Membran ist demnach nicht das hohlkugelartig ausgedehnte Plasma der ursprünglichen Fettzelle, wie Flemming annimmt, sondern eine durch chemische Umwandlung desselben enstandene Bildung. Flemming schreibt nur einer beschränkten Anzahl von Zellen eine wirkliche Membran zu und nach ihm soll dieselbe „sekundär angebildet" sein, während nach meinen Beobachtungen eine Membran als eine nicht unmittelbar mit dem Protoplasma zusammenhängende, aus Umwandlung desselben hervorgegangene Bildung bei den Fettzellen überhaupt nicht vorhanden ist.

XIV. Ueber einige die normale und pathologische Histologie der Nervencentren betreffende Strukturverhältnisse [1]).

In Betreff der Strukturverhältnisse der Nervencentren sind im Folgenden einige in den Arbeiten der letzten Jahre vertretene Ansichten besprochen die mit den Resultaten meiner früheren Untersuchungen theils nicht, theils nur theilweise übereinstimmen; da ausserdem manche von mir gemachte und auf genaue Beobachtungen gestützte Angaben ganz unberücksichtigt geblieben sind, bin ich genöthigt, auf bereits früher Gesagtes zurückzukommen.

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften vom 2. März 1883.

In seinem Lehrbuch der Neurologie vertritt Schwalbe Ansichten über den hinteren Fissurenfortsatz, über die Beschaffenheit der Neuroglia, der perivaskulären Räume und der Nervenfasern die theils falsch sind, theils nur eine beschränkte Gültigkeit in Anspruch nehmen dürfen.

1) Ueber die hintere Fissur macht Schwalbe (S. 333) die folgende Angabe:

„Als hintere Längsspalte bezeichnet man eine von der hinteren Medianlinie aus in das Rückenmark seiner ganzen Länge nach tief einschneidende schmale Spalte, welche von einem Fortsatz der tiefen Lage der Pia mater vollständig ausgefüllt wird, der der Substanz des Rückenmarks derartig fest adhärirt, dass er nicht ohne Verletzung desselben herausgezogen werden kann."

Weiter giebt Schwalbe bei Besprechung des feineren Baues des Rückenmarks und der in die weisse Substanz eindringenden Piafortsätze (S. 370) an:

„Ein Septum ist von den übrigen durch Grösse und Verlauf besonders ausgezeichnet: es ist das bereits oben erwähnte, die beiden Hinterstränge trennende Septum longitudinale posterius, welches, nur aus einer Fortsetzung der tiefen Lage der Pia bestehend, bis zur hinteren grauen Kommissur vordringt."

Ich habe dagegen bereits vor längerer Zeit[1]) über die hintere Fissur die folgenden Angaben gemacht:

„Die beiden Hinterstränge lassen in keinem Abschnitt des Rückenmarks eine so vollständige Trennung von einander erkennen, wie sie zwischen den Vordersträngen überall besteht. Weder ist jeder Hinterstrang für sich von einer von der Oberfläche bis zur Kommissur reichenden Fortsetzung der Rindenschicht selbständig und gleichmässig bekleidet, noch lässt sich überall ein Fortsatz der Pia zwischen die Hinterstränge hinein als continuirliches Bindegewebstratum bis zur hinteren Kommissur verfolgen. Zieht man bei Entfernung der Pia von den Hintersträngen ihre Fortsätze für die hintere Fissur aus oder verschafft man sich durch Auseinanderbrechen der Hinterstränge in der Mittellinie eine Ansicht von der Beschaffenheit der Piafortsätze, so überzeugt man sich leicht, dass zwar durch die ganze Länge des Rückenmarks die Pia Fasern zwischen die hintern Stränge eintreten lässt, dass dieselben aber eine wechselnde Stärke besitzen, verschieden

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Jena 1864, S. 21.

weit nach Innen reichen und sich als continuirliche Lage, als eine Scheidewand zwischen den Hintersträngen, wie der vordere Fissurenfortsatz für die vorderen Stränge, nur zwischen den äusseren Abschnitten der ersteren und auch in dieser Ausdehnung nicht constant, sondern nur an einzelnen Theilen des Rückenmarks häufiger und mehr entwickelt als an anderen finden.

Im Rückentheil findet man entweder nur eine Reihe neben einander abtretender Fortsätze, die ausgezogen der Pia ein gezähntes Aussehen verleihen oder es schiebt sich auf meist nur kurze Strecken eine schwache, aber zusammenhängende Faserlage der Pia zwischen die peripheren Abschnitte der Hinterstränge ein, erscheint ausgezogen als eine niedrige Leiste, von der aus dann wieder in Abständen einzelne stärkere, gefässtragende Fasern oder Faserbündel weiter nach Innen treten. Im Hals und Lendentheil erscheinen die Fortsätze beträchtlich stärker, näher an einandergerückt, häufig zu einer zusammenhängenden Faserlage verschmolzen und bilden durch ihre Kreuzungen eine Art gefensterter Membran, welche die hintere Hälfte, häufiger aber nur das hintere Drittheil der hinteren Fissur ausfüllt und nach vorn eine unregelmässige, zackige Begrenzung zeigt. Wie im Rückentheil, so sieht man auch hier eine Reihe stärkerer Faserbündel, die vereinzelt vom Fissureneingang aus oder vom vorderen Rand der Faserlagen abtretend nach vorn ziehen, sich bis zur hinteren Kommissur oder in ihre Nähe verfolgen lassen, die Träger grösserer Gefässe sind und in geringeren Abständen aufeinander folgen, als im Rückentheil."

Soweit sich scheidewandartige Lamellen der Pia oder einzelne Gefässfortsätze derselben zwischen die Hinterstränge einschieben, sind die letzteren von der Rindenschicht begleitet, die mit den Gefässfortsätzen in die weisse Substanz eintritt und überall mit den Glianetzen derselben zusammenhängt. Eine hintere Fissur besteht nur soweit, als sich eine Piascheidewand oder einzelne Piafortsätze zwischen die von der Rindenschicht bekleideten Innenflächen der Hinterstränge einschieben. Wo dagegen eine Piascheidewand und einzelne Piafortsätze fehlen, werden die beiderseitigen Hinterstränge miteinander verlöthet durch das zarte und schmale Septum posticum, durch Glianetze die ohne Unterbrechung sich von dem einen Hinterstrang znm andern herübererstrecken und aus Verschmelzung der beiderseitigen Rindenschichten hervorgegangen sind. Da die vereinzelt nach vorn ziehenden Gefässfortsätze mitunter etwas

geschlängelt vorlaufen, kann es kommen, dass man an ein und demselben Schnitt Stellen mit einander abwechseln sieht, wo nur ein Septum und solche, wo eine Fissur mit einem Piafortsatz zwischen den getrennten Rindenschichten besteht. Durch die vom vorderen Rand der Piascheidewand abgehenden Fortsätze werden demnach ebenso viele einzelne Fissuren gebildet, die zum Theil bis zur hinteren Kommissur reichen, zum Theil aber schon früher schwinden und durch ein Septum ersetzt werden, wenn sie sich durch Abgabe von Aesten für die Hinterstränge erschöpft haben.

Aus diesen Befunden geht ohne Weiteres hervor, dass die Angaben Schwalbe's unrichtig sind. Das Gleiche gilt von der Angabe Gegenbaur's[1]), dass das in die hintere Medianfurche eindringende Bindegewebsseptum die centrale graue Substanz erreicht.

2) In Betreff der Neuroglia erwähnt Schwalbe (S. 371), dass von Kölliker, mir und Anderen derselben ein netzförmiger Bau zugeschrieben werde, indessen sei mit Recht mehrfach hervorgehoben worden, dass diese Glianetze ihre feste Beschaffenheit im Wesentlichen einer Gerinnung verdanken, wie sie in jedem Rückenmark eintreten muss, wenn es sich als Grundlage für die Neuroglia um eine im Leben weiche, eiweissartige Substanz handelt. „Dass in der That die Grundlage der Neuroglia von solcher Beschaffenheit ist, beweist, dass sich am frischen Rückenmark durch Einstichinjektion den sogen. Glianetzen entsprechende Netze von Injektionsmasse zwischen den Nervenfasern erzeugen lassen, was nur bei Verdrängung einer weichen nachgiebigen Zwischensubstanz verständlich ist. Ueberdies löst sich die Glia beim Kochen nicht auf, sondern gerinnt ebenfalls. Die Netze können also nicht aus Bindegewebsfibrillen bestehen, sondern aus einer eiweissartigen Materie, die etwa den Kittsubstanzen der Epithelien zu vergleichen sein möchte." Die Existenz besonderer, der Neuroglia zugehöriger zelliger Elemente, stellt Schwalbe nicht in Abrede, bestreitet aber, dass sie mit den vermeintlichen Glianetzfasern zusammenhängen. Es sind zarte, platte Zellen ohne Ausläufer und die Fasern und Faserbüschel der sogen. Pinselzellen stehen mit dem wirklichen Zellkörper in keinem Zusammenhang, sondern haften demselben, sich in den verschiedensten Richtungen kreuzend, einfach an. Da die Kerne gewöhnlich an den Knotenpunkten der

[1]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1883. S. 750.

Faserkreuzungen liegen, entsteht der Eindruck der Zusammengehörigkeit beider Formelemente.

Es setzt sich demnach die Glia nach Schwalbe aus folgenden 3 Elementen zusammen:

1) aus einer den Kittsubstanzen vergleichbaren, im Leben weichen, gerinnbaren, eiweissartigen Grundlage; 2) aus darin eingebetteten feinen Fasern, welche in ihrer Reaktion gegen Essigsäure an elastische Fasern erinnern und für solche auch vielfach gehalten werden (Gerlach); 3) aus platten Zellen von ähnlicher Beschaffenheit wie die platten Zellen des Bindegewebes.

Wenn man sich über die Struktur eines Gewebes unterrichten will, so untersucht man dasselbe unter Verhältnissen, die den physiologischen möglichst nahekommen und vergleicht die erhaltenen Befunde mit denen, welche sich bei Anwendung verschiedener Untersuchungsmethoden ergeben. Wenn Schwalbe dies gethan und überhaupt genau untersucht hätte, würde er zu ganz anderen Resultaten gelangt sein. Es ist unstatthaft, als Grundlage der Glia eine weiche, gerinnbare Substanz zu beschreiben, wenn man diese Substanz weder gesehen, noch ihre Existenz und ihre Gerinnungsfähigkeit auf irgend eine andere Weise dargethan oder auch nur wahrscheinlich gemacht hat.

Zur Untersuchung der Neuroglia im frischen Zustand werden dünne, mit der Scheere abgetragene und im Blutserum zerzupfte Schnitte von der Oberfläche der weissen Stränge von Fröschen und Kröten benutzt.

Beim Zerzupfen werden die Nervenfasern so durcheinandergeworfen, dass man nicht erwarten darf, die sie bedeckende weiche Glia in einem Zustand zu finden, der einen Rückschluss auf die normale Anordnung ihrer Theile gestattete. Es bleiben aber zwischen compakten Haufen verschlungener Nervenfasern Spalträume übrig, welche keine oder nur vereinzelte Nervenfasern einschliessen und neben und zwischen denselben tritt die Glia in Form von Fasern und Netzen hervor. Man sieht bald nur einzelne mit kurzen Zacken besetzte oder einzelne längere Fortsätze entsendende Faserrudimente, bald längere Fasern, deren Dicke an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs nicht unbeträchtlich wechselt und die mit anderen benachbarten durch quer und schräg gestellte Verbindungsfasern zusammenhängen. An anderen Stellen treten statt anastomosirender Fasern Netze zwischen den Nervenfasern vor, die nach Weite der Maschen wie nach Stärke ihrer

Septa und deren Knotenpunkte eine ziemlich wechselnde Beschaffenheit besitzen und mitunter grössere Anhäufungen einer mattgranulirten kernhaltigen oder kernlosen Substanz einschliessen. Die gleichen Formelemente, Fasern, Netze und Anhäufungen körniger Substanz sieht man auch an den Rändern der einzelnen Partikel der weissen Substanz frei vortreten. Die Fasern wie die Netze mit ihren Knotenpunkten haben ein homogenes oder blass granulirtes Aussehen und keine scharfen Kontouren. Hie und da kommen Stellen vor, wo die Maschensepta so dicht übereinanderliegen, dass in den Maschen der gerade eingestellten Netzlamelle die unmittelbar darunter liegenden Netzfasern, wenn auch nur undeutlich, vortreten und man auf den ersten Blick eine continuirliche Substanzschicht vor sich zu haben glaubt.

Von den an Schnitten des gehärteten Froschrückenmarks vortretenden Fasern und Netzen unterscheiden sich die aus dem Rückenmark des eben getödteten Thiers durch ihre grössere Blässe und die weniger scharfen Kontouren. Es liegt nicht die geringste Veranlassung vor, sie als Kunstprodukte, als durch Gerinnung entstanden anzusehen; ebenso unbegründet würde es sein, wollte man das Retikulum der Milz oder der lymphoiden Organe als ein Kunstprodukt auffassen.

Ueber die Beschaffenheit der Glia an unter Jodserum zerzupften Schnitten von der weissen Substanz des Rückenmarks vom Rind habe ich früher entsprechende Befunde veröffentlicht [1]).

„Eine körnige Grundsubstanz ist nicht wahrzunehmen, dagegen sieht man längs des Randes der Massen von zusammengeballten Nervenfasern bald nur wenige, bald eine grössere Anzahl feinerer und derberer Fasern von weisslichem, etwas milchigtem Ansehen und mattem Glanz frei hervorragen, die einen geraden, geschlängelten oder zickzackförmigen Verlauf haben und sich häufig gabelförmig theilen. Dieselben erscheinen theils glatt, theils tragen sie sparsam oder dicht gestellte kleine, körnige oder zackige Prominenzen, die Insertionsstellen von anastomosirenden, durch die Präparation abgerissenen Fasern und häufig sind neben diesen Prominenzen auch einzelne unter verschiedenen Winkeln abgehende kurze Fäserchen sichtbar, die hie und da noch zu einem Netz verbunden in Form streifiger Fetzen der Faser anhaften. Wie an den Rändern des Präparats und neben frei vortretenden Fasern

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. II. Theil, Jena 1867, S. 2.

trifft man solche Netze von Bindesubstanz auch in den länglichen Lücken, welche hie und da in Folge der Präparation innerhalb der Nervenfaserbündel entstehen. Die Bindesubstanzzellen zeigen meist kurz abgerissene Fortsätze, mitunter sind dieselben aber zum Theil noch erhalten und setzen sich in isolirt weiter verlaufende Fasern fort oder gehen in Fasernetzen durch ihre Verästelungen auf. Leichter als in der weissen Substanz kommen zusammenhängende Partien des bindegewebigen Gerüsts in der grauen Substanz und namentlich in ihren nervenarmen Partien zur Anschauung. Sie bilden hier sehr engmaschige Netze, in denen, wie in der weissen Substanz, hie und da einzelne Fasern vortreten, die nach Stärke und Richtung als selbständige erscheinen, wenngleich sie mit den unmittelbar anstossenden Theilen des Fasergerüsts vielfach in Verbindung stehen und können desshalb wohl als besondere Bestandtheile desselben, nicht aber als etwas von ihm Gesondertes angesehen werden. So wenig als in der weissen ist in der grauen Substanz eine körnige Grundsubstanz wahrzunehmen, dagegen gewinnen hier wie im Gehirn die Fasernetze mitunter ein körniges Aussehen, wenn sie aus sehr zarten Fasern bestehen und wenn die gebildeten Maschen so klein sind, dass sie den Durchmesser der einschliessenden Fasern nicht oder nur wenig übertreffen. Bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung treten dann die Verhältnisse klarer hervor.“

Die Untersuchung der frischen weissen Substanz bezüglich des Verhaltens der Glia wird ausserordentlich erschwert durch den raschen Eintritt der Veränderungen des Nervenmarks. Schon nach Zusatz von unverdünntem Hühnereiweiss quillt das letztere zu unförmlichen Massen und sondert sich zu den mannichfaltigsten, am Rande der Partikel weisser Substanz vortretenden Gebilden. Noch rascher tritt die Quellung ein und erreicht einen höheren Grad, wenn dem Präparat Jodserum oder mit Wasser verdünntes Blutserum zugesetzt wird. Neben Nervenfasern mit deformirten Markscheiden und neben abgelösten Markkugeln der verschiedensten Grösse sieht man am Rande des Präparats dann häufig schon unmittelbar nach Anfertigung desselben mächtige Fortsätze feinkörniger, mit Marktrümmern der verschiedensten Grösse beladener Substanz frei aus der Masse der Nervenfasern vorragen und einen beträchtlichen Theil des Gesichtsfeldes durchsetzen. Ausser grösseren Markkugeln sind kleine Markkügelchen, Bläschen und Körner in die fein und blass granulirte Substanz eingelagert und die gleichen Gebilde schwimmen frei in grosser Zahl im Präparate

herum. Die blass granulirte Substanz selbst ändert ihre Beschaffenheit auch auf Zusatz von absolutem Alkohol nicht merklich und dass sie aus einem raschen Zerfall der Nervenfasern, und zwar sowohl des Marks als der Axencylinder hervorgegangen ist, zeigten einzelne frei vorragende, an ihrem Ende stark kolbig aufgetriebene Nervenfasern. Das Mark derselben hatte bald eine feinfaserige, bald die gleiche fein und blass granulirte Beschaffenheit angenommen und mitunter auch der Axencylinder ein blass und feinkörniges Aussehen erhalten. Neben diesen aus Zerfall der Nervenfasern hervorgegangenen Bildungen sieht man an den Rändern der Gewebspartikel die derberen Gliafasern theils einzeln mehr oder weniger weit vorragen, theils noch Bruchstücke ihrer Netze, ausserdem aber treten stellenweise sehr feine Gliafasern in grösserer Häufigkeit und in ziemlich dichter Aneinanderlagerung und neben Zellen, den kernhaltigen Knotenpunkten der Netze, auch kernlose streifige oder unregelmässig verzweigte Anhäufungen von bald derb, bald feinkörnigem, körnig-fädigem und stellenweise netzförmigem Protoplasma hervor. Dieselben lassen sich von granulirten, blassen Markportionen häufig nur durch ihr anderes Brechungsvermögen unterscheiden und da ihnen selber mitunter auch Markpartikel aufgelagert sind, so kann man unter Umständen in Zweifel sein, ob man es mit Mark oder mit Anhäufungen körniger Glia zu thun hat. Treten diese Anhäufungen dagegen zwischen den auseinanderweichenden Nervenfasern frei vor, so wird jeder Zweifel dadurch beseitigt, dass man aus ihrer Substanz theils feine, theils derbere Fasern einzeln wie zu kleinen Bündeln vereinigt hervorgehen und frei abtreten sieht. Es sind mithin dieselben Gewebselemente, welche an Schnitten vortreten schon bei Untersuchung der frischen Theile und unter Verhältnissen sichtbar, die jeden Gedanken an den Eintritt von Gerinnungen ausschliessen. Neben Zellen sind aber auch Anhäufungen von bald fein bald derber körniger Glia vorhanden, die den Zellen gleichwerthig sind, aber keinen Kern einschliessen.

Zweckmässiger als Hühnereiweiss erwies sich als Zusatzflüssigkeit zu Zerzupfungspräparaten eine dicke, syrupöse Lösung von Gummi arabicum, da in derselben die Veränderungen des Nervenmarks weniger erheblich sind.

Hat man einmal am frischen Rückenmark unter Anwendung der erwähnten Zusatzflüssigkeiten sich von der Präexistenz der Gliafasern und Glianetze mit ihren Zellen und den kernlosen Anhäufungen körniger Substanz überzeugt, so untersucht man zweck-

mässig Schnitte frischer weisser Substanz, die ein Paar Stunden in $\frac{1}{2}$ proc. Osmiumsäure gelegen haben. Da das Mark der Nervenfasern nicht nur gefärbt worden ist, sondern sich auch weniger leicht beim Zerzupfen ablöst als in frischen Partikeln weisser Substanz und durch seine Trümmer die Bindesubstanz zum Theil verdeckt, lässt sich hier leichter feststellen, dass die letztere auch nach der Menge und dichten Stellung ihrer Fasern das gleiche Verhalten wie an Schnittpräparaten zeigt. Besonders deutlich treten hier an einzelnen auseinander gewichenen Nervenfasern die sie umspinnenden Gliafasern hervor.

Das geronnene Nervenmark zeigt sowohl im frischen Zustande als nach Behandlung mit Osmiumsäure häufig eine sehr zierliche Netzstruktur mit gleichmässig engen Maschen. In der Abbildung, welche Heitzman[1]) in seiner mikroskopischen Morphologie von diesen Netzen gegeben hat, sind die Knotenpunkte viel zu derb, die Netzfäden dagegen zu fein gezeichnet, ausserdem treten die Netze bei Weitem nicht so scharf vor.

Wie die Neuroglia, so bietet auch, wie sich leicht constatiren lässt, die Rindenschicht im gehärteten und im frischen Zustande die gleiche Beschaffenheit dar und da dieselbe in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks überall Fasern und Faserbündel in die weisse Substanz eintreten lässt, die sich unmittelbar an Bildung des Gliagerüsts betheiligen, so lässt sich schon aus der Untersuchung der Rindenschicht ein sicherer Rückschluss auf die Beschaffenheit der Glia im frischen Zustande machen.

Ueber die wechselnde Dicke der Rindenschicht, ihre Beschaffenheit wie über ihre Beziehungen zu den Gefässfortsätzen der Pia und zur weissen Substanz sind von mir früher detaillirte Angaben gemacht worden[2]). An gehärteten Präparaten stellt sich die Rindenschicht bei Flächenansichten als ein äusserst dichtes Flechtwerk von Fasern dar, dessen Maschen häufig so schmal sind, dass sie den Durchmesser der sie begrenzenden Fasern kaum übertreffen. Eine bestimmte, überall wiederkehrende Anordnung und Vertheilung der derberen Fasern war nicht bemerkbar und nur im Allgemeinen liessen sich an denselben 2 Hauptrichtungen, eine longitudinale und eine quere, parallel den Fibrillenbündeln der Längs- und der Querfaserschicht der Pia, wahrnehmen.

---

[1]) Microscopical Morphology, of the animal body. New-York 1883. S. 292.

[2]) Untersuchungen, I. Theil, S. 28.

Die annähernd gleichgerichteten Fasern kreuzen sich theils unter ziemlich spitzen Winkeln, theils laufen sie parallel und die zwischen ihnen bleibenden Lücken werden ausgefüllt von einem Netzwerk äusserst zarter Fasern. Eingefügt in das Fasergeflecht und als integrirender Bestandtheil desselben finden sich kernhaltige Zellen mit mehreren, meist 3—6 Ausläufern, die zum Theil ziemlich breit von der Zelle abtreten, sich nach 1—2maliger Theilung in dem Fasergeflecht auflösen, d. h. als der Zelle zugehörig nicht mehr erkannt werden können. Bei Flächenansichten sieht man die Ausläufer immer nach mehreren Richtungen hin abgehen, während an Quer- und Längsschnitten vorwiegend spindelförmige Zellen vortreten mit 2 langen und verhältnissmässig breiten Ausläufern. Die Zellen sind nicht überall gleichmässig vertheilt; hie und da kommen Anhäufungen derselben vor, so namentlich da, wo die Rindenschicht an die hinteren Wurzeln stösst. Es tritt dann das anastomosirende Netzwerk der Ausläufer besonders schön hervor, so dass die einzelnen derselben nicht mehr über grössere Strecken isolirt verfolgt werden können, sondern bald mit anderen confluiren und mit denselben rundliche oder eckige Maschen einschliessen.

Von den inneren Lagen der Rindenschicht treten in der ganzen Ausdehnung derselben einzelne Fasern und Faserbündel in die weisse Substanz ein. Längs verlaufende Fasern lösen sich unter sehr spitzen Winkeln von der Rindenschicht ab und laufen in den äussersten Schichten der weissen Substanz parallel mit den Nervenfasern weiter. Ihre Anzahl ist verhältnissmässig gering, doch wurden sie an keinem Schnitt vermisst. Die bei Weitem grösste Fasermenge strahlt in der Ebene des Querschnitts in die weisse Substanz und besteht aus Querfasern der Rindenschicht, die aus einer der Peripherie des Querschnitts mehr oder weniger parallelen in eine radiäre Richtung umbiegen und einzeln oder zu Bündeln vereinigt in die weisse Substanz treten. An Querschnitten sind diese Umbiegungen sehr deutlich zu verfolgen, an Längsschnitten dann, wenn der Schnitt in der Ebene der Einstrahlungen geführt worden ist. Ausser den Einstrahlungen, welche durch einzelne Fasern und durch kleine Faserbündel gebildet werden, treten in Abständen noch andere in die weisse Substanz, die durch Einziehungen und Einstülpungen der Rindenschicht in ihrer ganzen Dicke gebildet werden und die ich als Stammfortsätze derselben bezeichnet habe. Sie finden sich entlang der ganzen Oberfläche des Rückenmarks, namentlich

häufig im Bereich der Seitenstränge und folgen sich entlang der Peripherie des Querschnitts in unregelmässigen Abständen von 0,1—0,8 Mm., meist von 0,3—0,5 Mm. Schon bei schwacher Vergrösserung sind sie sehr leicht kenntlich durch die Furchen, welche durch die Einziehungen der Rindenschicht gebildet werden und in welche Gefässe und Piafasern sich wie in eine Scheide einsenken. Wie man sich an Längsschnitten senkrecht zur Richtung der Stammfortsätze überzeugt, bilden die letzteren aber nicht einzelne trichterförmige Hüllen für die Piafortsätze, sondern senken sich in Form längerer scheidewandartiger Lamellen in die weisse Substanz ein, die nur von Strecke zu Strecke einen Piafortatz einschliessen und deren Dicke auf dem Wege nach Innen mehr und mehr abnimmt. Ebenso entsprechen auch die Faserbündel, welche am Querschnitt von der Rindenschicht sich abzweigen, nur den Durchschnitten von scheidewandartig in die weisse Substanz eindringenden schwächeren Faserlagen. Wie die vereinzelt von der Rindenschicht abtretenden Fasern, so betheiligen sich die von kleinen Faserbündeln und von den Stammfortsätzen sich überall abzweigenden Fasern an der Bildung des Fasergerüsts der weissen Substanz, indem sie zwischen die Nervenfasern einstrahlen und sich mit den gleichbeschaffenen, nur zum Theil zarteren Fasern, welche neben Zellfortsätzen die letzteren umspinnen, theils überkreuzen, theils mit ihnen anastomosiren. Wie innerhalb der Rindenschicht, so finden sich auch innerhalb der weissen Substanz unter den derberen Fasern solche, die auf längere Strecken übersehen werden können und Anastomosen nicht oder nur spärlich eingehen; häufig wird man dagegen bei genauerer Untersuchung auf kleine zackige und knotige Prominenzen aufmerksam, die den Fasern anhaften und darauf hinweisen, dass Verbindungen mit anderen Fasern vorhanden waren, aber durch den Schnitt abgetrennt worden sind. Schon die Einstrahlungen der Fasern und Faserbündel aus der Rindenschicht, wie die Einsenkungen von Stammfortsätzen derselben mit ihren Beziehungen zu den Piafortsätzen lassen keinen Zweifel, dass es sich um präexistirende Strukturverhältnisse handelt. Es erhellt dies weiter aus den Anastomosen von Zellausläufern mit Fasern des Gliagerüsts [1]), wie aus dem Umstand, dass die derberen Fasern im Allgemeinen theils parallel mit den Nervenfasern, theils radiär in der Querschnittsebene von Aussen nach Innen verlaufen und

[1]) l. c. S. 37.

somit eine Art derberes Gerüst bilden, welches den zarteren Fasern zur Insertion dient. Auf an bestimmte Abschnitte der weissen Substanz gebundene Besonderheiten dieses derberen Gerüsts bezüglich der Anordnung seiner Fasern habe ich ebenfalls ausdrücklich aufmerksam gemacht [1]).

Schwalbe acceptirt, gestützt auf die Autorität von Kühne und Ewald, die Zusammensetzung der Rindenschicht aus äusserst feinen Bälkchennetzen und fasst auch die Substantia gelat. Rol. nur als eine Modifikation der ersteren auf. Dass die letztere lediglich aus überaus engmaschischen Netzen besteht, ist von mir ebenfalls schon vor geraumer Zeit nachgewiesen worden [2]).

Bei Anwendung einer stärkeren, 1000—1200fachen Vergrösserung, treten innerhalb der Rindenschicht wie ihrer Fortsätze noch einige Strukturbesonderheiten hervor, die ich nicht unerwähnt lassen will. Dass die Körnchen und die feinen und kurzen Fäden, welche zwischen den derberen Fasern der Rindenschicht überall in wechselnd dichter Stellung sichtbar sind, mit den letzteren zusammenhängen und dass die Körnchen wahrscheinlich nur die optischen Durchschnitte von Fäden sind, lässt sich an Stellen feststellen, wo die Rindenschicht beim Zerzupfen eingerissen ist und wo ihre Fasern auseinander gewichen sind. Die letzteren zeigen dann stellenweise ein körniges Aussehen, was vielleicht auf abgehende und senkrecht zur Einstellungsebene verlaufende Fäden bezogen werden kann, ausserdem aber sieht man auch zahlreiche, sehr feine Fäden in den Fasern wurzeln und dieselben untereinander verbinden, während freie Körnchen nirgends wahrgenommen werden können. Dieselben könnten sich in der Untersuchungsflüssigkeit vertheilt haben, indessen ist nicht wahrscheinlich, dass sie auch da, wo die Fasern erst auseinanderzuweichen beginnen, ganz fehlen sollten, wenn sie überhaupt vorhanden wären.

Streckenweise fehlen in der Rindenschicht Züge paralleler oder sich kreuzender Fasern ganz; die Rindenschicht scheint dann ganz aus Körnchen von wechselnder Stärke und wechselnd dichter Stellung zu bestehen, indessen zeigt sich bei genauerer Untersuchung, dass zwischen den Körnchen noch feine und sehr kurze Fäden vorhanden sind und stellenweise bilden die Körnchen nachweisslich nur die Mittelpunkte von sehr engmaschigen Netzen,

[1]) Untersuchungen, II. Theil, 1867, S. 3.
[2]) Untersuchungen, I. Th., S. 58.

welche einzelne leichter in die Augen fallende Maschen von etwas grösserer Weite einschliessen. Mitunter sind in Rindenschichtabschnitte, welche diese Beschaffenheit darbieten, reiserförmig verästelte Fasern eingelassen.

Die gleichen Strukturbesonderheiten, wie sie die Rindenschicht darbietet, finden sich auch in den Fortsätzen, welche dieselbe in die weisse Substanz entsendet.

Das Fasergerüst der grauen Substanz zeigt ganz dieselbe Zusammensetzung wie das der weissen, mit dem es überall zusammenhängt, nur sind im Allgemeinen seine Maschennetze enger, die Fasern zum Theil von sehr grosser Zartheit. Eine besondere Anordnung der Fasern findet sich innerhalb der Bündel paralleler Nervenfasern, indem hier wieder die den letzteren gleichgerichteten Gliafasern durch etwas grössere Derbheit ausgezeichnet sind und bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen allein vortreten.

Einen weiteren Beleg für die Präexistenz des Fasergerüsts der Glia hatte ich durch Einstichinjektionen [1]) erhalten. Die Injektionsmasse verbreitet sich nicht blos längs der Gefässe, sondern dringt mitunter auch zwischen die Nervenfasern vor, so dass an Querschnitten Leimstrassen von wechselnder Breite die einzelnen Nervenfasern von einander trennen oder um kleine Gruppen derselben zusammenhängende Kanäle bilden. In die breiter gewordenen, durch Leim erfüllten Interstitien zwischen den Nervenfasern ragen einzelne, aus ihren Verbindungen gelöste Gliafasern frei hinein, während andere den Nervenfasern angelagert bleiben. In beiden Fällen befinden sich aber die Gliafasern innerhalb der erstarrten Leimmasse, zeigen dieselbe Stärke und dasselbe Aussehen wie an frisch untersuchten Präparaten und lassen sehr deutlich Verbindungen untereinander erkennen, die beim Vordringen des Leims und beim Auseinanderweichen der Nervenfasern nur zum Theil gelöst worden sind. Hie und da fanden sich Fasern, die theils innerhalb, theils ausserhalb des Leims lagen. Wie die Fasern, so waren auch ihre kernhaltigen Knotenpunkte, die Zellen, von der Leimmasse umschlossen, lagen innerhalb derselben wie frei präparirt und zeigten auf das Deutlichste ihre Zusammenhänge mit Theilen der Fasernetze. Wenn Schwalbe sagt: „dass sich durch Einstichinjektionen den sogenannten Glianetzen entsprechende Netze von Injektionsmasse zwischen den

[1]) Untersuchungen, II. Th., S. 3.

Nervenfasern erzeugen lassen, was nur bei Verdrängung einer weichen, nachgiebigen Zwischensubstanz verständlich ist", so entspricht diese Angabe gar nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Durch Einstichinjektionen werden überhaupt keine den Glianetzen auch nur entfernt entsprechende Netze erzeugt, sondern verhältnissmässig breite Leimstrassen und Kanäle, in welche die zerrissenen Glianetze eingebettet sind. Wenn eine weiche, nachgiebige Zwischensubstanz vorhanden gewesen und verdrängt worden wäre, so müsste sie doch irgendwohin gedrängt worden sein und sich aufgestaut haben, dagegen ist von einer solchen „verdrängten Zwischensubstanz" auch nicht das Geringste wahrzunehmen.

Auch darin irrt Schwalbe, dass er die Fasern und Faserbüschel der sogenannten Pinselzellen als nicht den Zellen zugehörige, sondern als nur mit ihnen verklebte Bildungen ansieht. Ich habe aus Macerationspräparaten [1]) vom Seh- und Streifenhügel des Ochsenhirns die Pinselzellen mit den von ihnen abgehenden Faserbüscheln isolirt erhalten, die letzteren müssen demnach sehr innig mit dem Zellkörper verbunden sein, da sie von demselben sich nicht ablösen, während die Glianetze unter dem Einfluss der Macerationsflüssigkeit schon zum Theil zerfallen sind. Da ausserdem einzelne Fasern der Faserbüschel sich in noch erhaltene, ihnen anhaftende Abschnitte der Glianetze einsenken, zu Bestandtheilen derselben werden, so lassen sich die Pinselzellen (und ebenso die Spinnenzellen) nur als besondere, durch Eigenthümlichkeiten der Fortsatzbildung ausgezeichnete Zellformen betrachten, aber nicht als fortsatzlose Zellen, denen Fasern der Umgebung nur anhaften.

Schliesslich verweise ich auch auf gewisse, unter pathologischen Verhältnissen eintretende Veränderungen der Gliafasern, welche die Präexistenz derselben voraussetzen. Durch meine Untersuchungen sind zuerst die früher theils ganz unbekannten, theils nach ihrer Genese nicht gekannten Veränderungen bei Myelitis [2]) und bei der grauen Degeneration [3]) ermittelt und ist ihre Entwicklung und ihr Ablauf an den Glianetzen und Gefässen genau verfolgt und das Verhalten der nervösen Theile festgestellt worden. Bei Myelitis sind in den Anfangsstadien des

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Histologie des centralen Nervensystems. 1876, S. 11.

[2]) Untersuchungen, Th. I, S. 91.

[3]) Untersuchungen, Th. II, S. 101 u. 12c

Prozesses die Knotenpunkte und die von ihnen abgehenden Fortsätze geschwellt und haben ein fein granulirtes Aussehen und Karminfärbung angenommen. Die Verbindung der Zellfortsätze mit den umgebenden Netzen ist unter diesen Verhältnissen viel häufiger und deutlicher wahrzunehmen, als es sonst der Fall ist. Mit der weiteren Entwicklung des Processes nimmt nicht nur die Zahl der geschwellten Knotenpunkte und ihrer Kerne zu, sondern es schwellen auch die mit ihnen zusammenhängenden Fasern erst an vereinzelten Stellen, dann in grösserer Ausdehnung, so dass an Querschnitten die Nervenfasern zu einem grossen Theil von verhältnissmässig breiten und mehr oder weniger dunkel gefärbten Septen umschlossen werden und an Längsschnitten zwischen den Nervenfasern geschwellte, von Kernreihen erfüllte Längsfasern der Glia vortreten, die untereinander durch ebenfalls geschwellte und gefärbte und desshalb leicht sichtbare Querfasern verbunden sind. Es entsteht auf diese Weise ein die Nervenfasern einschliessendes Gitterwerk geschwellter, lange und schmale Maschen begrenzender Fasern, Befunde, die desshalb ausserordentlich instruktiv sind, weil sie Verhältnisse hervortreten lassen, die ausserdem nur bei Anwendung einer mindestens 500 fachen Vergrösserung und auch dann nicht so deutlich erkannt werden können. Bei dem Nachweis des Uebergangs geschwellter und lebhaft gefärbter Fasern in feine, glatte, stärker glänzende und nicht oder nur blass gefärbte lässt sich nicht bezweifeln, dass die ersteren aus den letzteren hervorgegangen sind.

In ähnlicher Weise lässt sich auch bei der grauen Degeneration an der Grenze der Heerde überall der Uebergang geschwellter und dunkler gefärbter Gliafasern in glatte, nicht geschwellte, glänzendere und nicht oder nur wenig gefärbte verfolgen.

Schwalbe giebt ferner an, dass die Neurogliafasern nach ihrer Reaktion gegen Essigsäure an elastische Fasern erinnern und für solche auch vielfach gehalten werden; indessen ist dabei zu erinnern, dass das Verhalten gegen Essigsäure allein nicht massgebend sein kann und dass die Fähigkeit der Fasern, sich unter dem Einfluss pathologischer Reize in der angegebenen Weise zu verändern, jede nähere Beziehung zu elastischen Fasern ausschliesst.

Ueber die His'schen perivaskulären Räume und den epicerebralen Raum macht Schwalbe die folgenden Angaben [1]):

[1]) Neurologie, 2. Lieferung, S. 725.

„Während einige Forscher (unter Anderen Boll) alle diese Spalträume für Kunstprodukte erklärten und demgemäss die an erhärteten Präparaten die Gefässoberfläche begleitenden hellen Räume als Retraktionslücken auffassten erkennen andere Forscher (Key und Retzius) zwar einen Theil der gegen ihre Präexistenz ins Feld geführten Gründe an, wagen aber nicht ein definitiv absprechendes Urtheil darüber zu fällen. Man kann sich ja immerhin denken, dass die retikulirte Grundsubstanz der Grosshirnrinde in der Umgebung der Gefässe ein lockeres Gefüge annimmt, von weiteren Hohlräumen durchsetzt wird. Es würden dann die perivaskulären Räume von His Stellen der Hornspongiosa entsprechen, an denen dieselbe nicht mehr feinste Lücken, sondern grössere confluirende Hohlräume erkennen lässt; sie würden also nur besondere Modifikationen des feinen Lückensystems der Hornspongiosa sein. Dafür spricht, dass die Injektion der His'schen perivaskulären Räume nach Aussen nicht glatt begrenzt ist, sondern zahlreiche Spitzen und Zacken in die Umgebung sendet, es spricht ferner dafür, dass es einigen Forschern gelungen ist, auf diesem Wege auch andere Theile des Lückensystems zu füllen."

Es handelt sich nun bei Beurtheilung der His'schen Befunde nicht sowohl um eine Auseinandersetzung dessen, was man sich dabei allenfalls denken kann, sondern um Feststellung der in Betracht kommenden Strukturverhältnisse und speciell um Entscheidung der Frage, ob die durch Injektion entstandenen perivaskulären Räume präformirt sind oder nicht.

Von mir ist ermittelt worden[1]), dass von der Oberfläche der Rindenschicht feine und kurze Fäserchen abgehen und sich in die Intima pia einsenken und dass ebensolche Fäserchen auch von den Fortsetzungen der Rindenschicht abtreten, welche die Piafortsätze auf ihrem Wege nach Innen begleiten und sich in die letzteren, resp. in die Adventitia ihrer Gefässe einsenken. Dementsprechend ist auch die Begrenzung der Spalten, welche an Schnitten von gehärteten Präparaten um querdurchschnittene oder um in der Schnittebene verlaufende Gefässe vortreten, keine regelmässige und glatte, sondern es ragen Fäserchen frei in die Spalten hinein. Ebenso hängt auch die Adventitia der Kapillaren mit den umgebenden Glianetzen durch zahlreiche, in der Substanz der Adventitia wurzelnde Verbindungsfasern zusammen. Da mithin die Spalten um die Gefässe nur nach Trennung der zarten Ver-

[1]) Untersuchungen, II. Theil, S. 12.

bindungsfäden zwischen Adventitia und Glia zu Stande kommen können, schienen die Resultate, welche His bei Einstichinjektionen erhalten hat, nur die Deutung zuzulassen, dass die eingespritzte Masse längs der Gefässe einen geringeren Widerstand gefunden hat als zwischen den inniger verkitteten Nervenfasern und unter Lösung der Verbindungen zwischen Adventitia und Glia vorwiegend den Gefässen entlang weiter vorgedrungen ist. Die Untersuchung von Präparaten vom Rückenmark des Ochsen, in welches eine Einstichinjektion gemacht worden war, bestätigte diese Annahme und es zeigte sich, dass das Verhalten der Injektionsmasse zur Umgebung nicht der von His gegebenen Schilderung entsprach.

Am einfachsten waren die Verhältnisse bei den Kapillaren, wo die Injectionsmasse die zarten, die letzteren einsäumenden Bindesubstanzlagen durchbrochen hatte, während einzelne der aus ihren Zusammenhängen gelösten Fäserchen überall frei in die Leimmasse hineinragten. An der Oberfläche des Rückenmarks dagegen, wie entlang der vorderen und hinteren Fissur und der übrigen gefässhaltigen und von Fortsätzen der Rindenschicht eingefassten Piafortsätze war das Verhalten der Injektionsmasse ein wechselndes. Wie um die Kapillaren, war die letztere häufig in der unmittelbaren Umgebung des Gefässes vorgedrungen, so dass dasselbe mit seiner Adventitia wie frei präparirt in dem breiten Strombett des Leims lag, oder es war die Abtrennung längs der Nervenfasern erfolgt und die Rindenschichtlage sammt dem von ihr eingefassten Gefässfortsatz von den ersteren abgelöst. Selten war die Abtrennung in einer dieser Formen eine über grössere Strecken gleichmässige; es hafteten entweder den angrenzenden Nervenfasern oder dem Gefässfortsatze grössere oder kleinere streifige Fetzen der Rindenschicht an oder dieselbe war auch so durchbrochen, dass sie zum Theil mit der Pia, zum Theil mit den angrenzenden Nervenfasern in Verbindung geblieben war, mithin die beiderseitigen Grenzen der Injectionsmasse eine Rindenschichteinfassung zeigten. Mochte nun das Vordringen der Masse in der einen oder anderen Weise erfolgt sein, immer waren neben Fasern, welche ihrer Grenzlinie sich glatt anlegten, andere sichtbar, welche in sie hineinragten, in ihr eingeschmolzen waren. Nicht überall umschloss die Injectionsmasse das ganze Gefäss, mitunter war sie blos an der einen oder anderen Seite desselben vorgedrungen, um es später wieder allseitig zu umfassen, während andererseits ziemlich häufig Stellen vorkommen, wo sie von der Umgebung der Ge-

fässe, namentlich der Capillaren und kleinen Arterien und Venen weiter zwischen die einzelnen Nervenfasern vorgedrungen war."

Aus den wechselnden Beziehungen der Injectionsmasse zur Gefässwandung und zur Rindenschichtbekleidung der umgebenden weissen Substanz geht auf das Unzweideutigste hervor, dass die perivaskulären Räume nicht präformirt, sondern künstlich erzeugt sind, indem durch die Injektionsmasse entweder die Verbindungen zwischen Adventitia und dem Rindenschichtbelag oder die Verbindungen zwischen dem letzteren und den Nervenfasern getrennt werden oder es durchbricht die injicirte Masse den Rindenschichtbelag, so dass ein Theil desselben mit dem Gefäss, ein anderer mit der weissen Substanz in Verbindung bleibt und in jedem Fall ragen in die Injektionsmasse Gliafasern frei hinein, die aus ihren Verbindungen gelöst worden sind.

Dass die Spalten Kunstprodukte und beim Anfertigen der Schnitte durch gehärtete Präparate entstanden sind, geht auch aus ihrem Auftreten an Schnitten von durch Einstich injicirten und gehärtetem Rückenmark, wie an Schnitten von pathologisch verändertem Rückenmark hervor. Im Beginn oder im weiteren Verlaufe der Gewebsveränderungen bei der grauen Degeneration kommt es zur Bildung neuer Gefässhüllen[1]), indem entweder in der unmittelbaren Umgebung des Gefässes die Fasern der Netze an Dicke und Glanz zunehmen und unmittelbar untereinander zur Bildung solider Hüllen verschmelzen oder unter Abscheidung einer die Maschen der Netze ausfüllenden, homogenen, mattglänzenden Zwischensubstanz, während im anderen Falle innerhalb des fibrillär degenerirten Gewebes die dem Gefäss unmittelbar anliegenden Fibrillenschichten durch Abscheidung einer homogenen, glänzenden Zwischensubstanz zur Bildung der neuen Gefässhülle verschmelzen, immer aber so, dass innerhalb der letzteren die einzelnen Fibrillen noch deutlich gesondert hervortreten und sich von denen der Nachbarschaft nur durch die grössere Dichtigkeit der sie verkittenden Substanz unterscheiden.

In einem Fall von chronisch entzündlichen Veränderungen[2]) der Glia und der Gefässe in den Hirnganglien war die Bildung der neuen Gefässhüllen nach einem dritten Modus vor sich gegangen; es hatten sich dieselben aus der körnig ge-

---

[1]) Untersuchungen, II. Theil, S. 115.

[2]) Untersuchungen über die normale und pathologische Histologie des centralen Nervensystems, 1876, S. 35.

wordenen Glia, durch eine schichtweise vor sich gehende Verdichtung derselben gebildet und umschlossen das Gefäss in Form von schalenartigen Auflagerungen, die zwischen sich Reihen von derberen, isolirten Körnchen und einzelne Fasern einschliessen. In allen diesen Fällen sind die das Gefäss umschliessenden Gliaschichten in der Bildung der neuen Gefässhüllen aufgegangen und diese letzteren nehmen die Stellen ein, wo nach His die perivaskulären Räume auftreten müssten. Spalten sind auch unter diesen Verhältnissen an den Schnitten sichtbar, dieselben finden sich aber an den Grenzen der verdickten Gefässwand, deren Verbindungen mit den umgebenden Theilen sich hier beim Anfertigen der Schnitte ebenso lösen wie die Verbindungen der Rindenschichtfortsätze mit der Adventitia normaler Gefässe.

Gestützt auf die Angaben von Kölliker und Robin schreibt Schwalbe sämmtlichen Gefässen adventitielle Scheiden zu, ebenso ist dies von Riedel[1]) behauptet worden. Ich habe dagegen an manchen Kapillaren, sowohl an frischen als an Macerationspräparaten, eine Adventitia vermisst. Ihre Membran war mitunter so zart, dass sie nur als eine feine Grenzlinie vortrat und an eine innige Aneinanderlagerung oder stellenweise Verschmelzung zweier Membranen gar nicht zu denken war.

Was den Bau der Nervenfasern anlangt, so adoptirt Schwalbe die Hornspongiosa der Markscheide als im frischen Mark präexistirend, obschon der Nachweis dass dies der Fall weder von Kühne und Ewald noch von Anderen geliefert, noch die Präexistenz der ersteren auch nur wahrscheinlich gemacht worden ist.

Da das Mark nicht blos an Osmiumpräparaten sondern schon im frischen Zustand häufig eine überaus feine und engmaschige netzförmige Zeichnung erkennen lässt, können nicht daneben noch die derberen Bälkchen der Hornspongiosa als präformirte vorhanden sein, da sie in diesem Falle viel deutlicher wahrnehmbar sein müssten als die Netzstruktur.

Lanterman hat bekanntlich die Angabe gemacht, dass die nach ihm benannten Einkerbungen der Markscheide sich schon an den frischen Nerven sämmtlicher Wirbelthiere „in mehr oder minder grossen“ Abständen finden. Er hat dieselben auch an den Nervenfasern lebender Theile (Mesenterium des Froschs) gefunden und meint, dass die Faserglieder der einzelnen Zellen ent-

[1]) Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XI.

sprechen, aus deren Zusammenwachsen je eine Nervenfaser entsteht. Bei allen von ihm untersuchten Thierspecies war die Zahl der Nervenkerne erheblich grösser als die der Ranvier'schen Schnürstücke.

Auch nach der Darstellung Schwalbe's muss man annnehmen, dass die Lanterman'schen Einkerbungen constant wiederkehrende und an jeder Nervenfaser wahrnehmbare Bildungen sind. Ich habe dagegen zwar wiederholt die Nerven der Nickhaut, der Cutis und des Mesenterium von Fröschen und Kröten auf das Vorkommen der Einkerbungen durchsucht, dieselben aber immer nur an wenigen Fasern und vereinzelt wahrgenommen, und häufig war innerhalb grösserer, das Gesichtsfeld durchsetzender Bündel von Nervenfasern nicht eine einzige Einkerbung an den letzteren wahrzunehmen. Ebenso kamen dieselben nur vereinzelt an den Nerven des Ganglion Gasseri der Ratte vor. Neben den Lanterman'schen Einkerbungen fanden sich hie und da schmale Spalten im Mark, so dass dasselbe auf eine kurze Strecke sich in 2 Blätter sonderte.

Stilling hatte bekanntlich die Linien welche am Nervenmark an quer durchschnittenen und an längsverlaufenden Nervenfasern vortreten für Fasern angesehen. Ich habe dann die Bilder von scheinbaren Fasern auf die optischen Durchschnitte von Marklamellen zurückgeführt, die genauen von mir darüber gemachten Angaben [1]) haben aber nicht verhindern können, dass erst Henle [2]) und kürzlich wieder Friedmann behauptet haben, ich hätte den als Faser vortretenden optischen Durchschnitt des Nervenmarks mit Bindegewebsfasern verwechselt.

Henle berichtet über das Aussehen der Nervenfasern nach Behandlung derselben mit Alkohol und Fleckwasser und erwähnt, dass er die im Querschnitt concentrischen, im Längsschnitt longitudinalen Linien des Nervenmarks besonders scharf an Chromsäurepräparaten wahrgenommen habe. Weiter heisst es: „Man ist, wenn man ihre Entstehung nicht verfolgt hat, in Gefahr, sie dem Stroma zuzurechnen, da der helle Hof um den Axencylinder dem transparent gewordenen Nervenmark zu entsprechen scheint. Wir können nicht zweifeln, dass die hier geschilderten Trugbilder manchen Beschreibungen des Fasernetzes der sog. Neuroglia zu

---

[1]) Untersuchungen, I. Theil, S. 2.

[2]) Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. Henle-Pfeiffer's Zeitschrift, Bd. 34, S. 71.

Grunde liegen. Insbesondere liefert Frommann ein getreues Bild der scheinbaren Fasern, die das in Form von Plättchen fest gewordene Mark vorspiegelt. Die Täuschung war um so leichter, da neben diesen falschen Fasernetzen ächte, isolirbare Fasern in den Zwischenräumen der Nervenfasern gefunden werden. Es sind feine, vereinzelte Gewebsfibrillen und sternförmige Bindegewebszellen, welche von der Pia mater und deren Fortsätzen aus sich mehr oder minder tief zwischen die Nervenfasern erstrecken, meist senkrecht gegen deren Axe und also in der That ringförmige Netze um dieselben bildend."

Henle ist demnach in Gefahr gewesen, bezüglich der Deutung der Markkontouren einem recht groben Irrthum zu verfallen; er ist demselben zwar noch glücklich entgangen, indessen unterliegt es für ihn gar keinem Zweifel, dass Andere sich haben täuschen lassen und insbesondere bin ich das Opfer einer solchen Täuschung geworden und habe die Markkontouren wie sie an längsverlaufenden Nervenfasern vortreten mit Fasern der Bindesubstanz verwechselt. Aus meinen früheren darauf bezüglichen Angaben ergiebt sich dagegen, dass meinerseits von einer solchen Täuschung nicht die Rede sein kann und dass eine Berücksichtigung der ersteren für Henle die Gefahr, die Markkontouren dem fasrigen Stroma zuzurechnen, wesentlich verringert haben würde. Es heisst an der betreffenden Stelle:

„Das Mark besteht (am Querschnitt) aus einer je nach der Dicke der durchschnittenen Faser wechselnden Anzahl concentrisch um den Axencylinder und dicht hintereinander abgelagerter, glänzender Ringel, die meist keine ganz geschlossene Kreislinie bilden, sondern offene Stellen zwischen ihren hie und da leicht verdickten Enden lassen. Selten und nur an Primitivfasern die überhaupt wenig Mark enthalten, fehlen diese Ringel und an ihrer Stelle sah ich eine einzige kreisförmige Markschicht. Ich halte die Ringe nicht für Fasern oder Röhrchen, wie Stilling, sondern für den Ausdruck einer schichtenweise erfolgten Gerinnung und Erstarrung des Marks, so dass die einzelnen Schichten röhren- oder schalenartig den Axencylinder umhüllen. Damit stimmen die Beobachtungen überein, welche man an Längsschnitten und namentlich an den vereinzelt aus ihnen hervorragenden oder durch Zerzupfen isolirten Primitivfasern macht, wenn ihr Mark vor der Erhärtung noch gleichmässig vertheilt und nicht zu unregelmässigen und von einander gesonderten Portionen geronnen war. Es erscheinen dann die Primitivfasern als solide, homogene oder schwach granulirte,

hellgelbe, etwas glänzende und durchscheinende Cylinder, welche von der in ihrer Mitte verlaufenden Axenfaser in der Regel nichts erkennen oder sie nur schwach und undeutlich durchschimmern lassen. Diese Cylinder sind auf jeder Seite durch eine helle, glänzende, gerade oder etwas wellenförmig verlaufende Linie eingefasst, haben mithin ein ganz ähnliches Aussehen wie frisch untersuchte Nervenfasern. In der Meinung, dass diese Linien Fasern seien, kann man leicht bestärkt werden, wenn man, wie es häufig der Fall ist, sieht, dass sie stellenweise von der homogenen Substanz des Cylinders abgelöst sind oder hie und da Unterbrechungen zeigen. Indessen lehrt gerade die Untersuchung der letzteren, dass man es nicht mit Fasern, sondern mit den peripheren Markschalen zu thun hat. Wenn nämlich an einer solchen Unterbrechungsstelle der von der Primitivfaser abgehobene Saum etwas nach Aussen umgebogen endigt, so kann man mitunter die Marklamelle, deren optischer Ausdruck er ist, als zarte, homogene und sehr durchscheinende Schicht in die Tiefe und unter die inneren Marklagen, sich ihnen anlegend, verfolgen. Ich sah ferner wiederholt, dass am abgebrochenen Ende einer Nervenfaser noch der eine Theil der peripheren Markschale auf eine kurze Strecke als breiter, rinnenartig vertiefter und durchscheinender Fortsatz hervorragte, mit breiten, glänzenden seitlichen Rändern und blasser, zarter vorderer Begrenzung. Aehnliche schalenartige Fragmente des Marks lösen sich beim Schnitt nicht selten von der Markscheide vollständig ab und man trifft sie frei herumschwimmend zwischen den Nervenfasern; ihre Substanz ist von der Fläche gesehen äusserst durchsichtig, während die seitlichen Kontouren, ganz so wie die Einfassungen der Primitivfasern selbst als heller glänzende Linien vortreten. Mit kurzen, abgebrochenen Stücken der letzteren sind sie wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit nicht zu verwechseln. An Nervenfasern mit dicken Markscheiden, wie namentlich in den Vorder- und Seitensträngen, bemerkt man mitunter auf jeder Seite eine Einfassung von 2 glänzenden Linien, von denen die äussere in der Regel einen unregelmässigeren Verlauf und häufigere Unterbrechungen zeigt als die innere."

Die völlige Grundlosigkeit des von Henle erhobenen Einwands geht aus diesem Citat auf das Schlagendste und ohne jeden weiteren Commentar hervor.

Henle lässt im Rückenmark des Schafs, des Ochsen und der Katze von den Piafortsätzen Bindegewebsfasern und Zellen

sich zwischen die Nervenfasern erstrecken und ringförmige Netze um dieselben bilden, während im Rückenmark vom Kaninchen, Schwein und Menschen die Nervenfasern (am Querschnitt von Alkoholpräparaten) nur durch helle Räume ohne jede Spur von Faserung geschieden sind. In den hellen Räumen tritt nach Aufhellung der Schnitte das der weissen Substanz eigenthümliche, mit der Rindenschicht zusammenhängende Stroma hervor. In Fig. 25 hat Henle eine Abbildung der ringförmigen Netze vom Rückenmark des Schafs gegeben, welche nach ihm die Bindegewebsfasern der Pia um die Querschnitte der Nerven bilden sollen, in Fig. 14 eine Abbildung des Stromas der weissen Substanz vom Kalbsrückenmark. Die Angabe Henle's, dass die Piafasern innerhalb der weissen Substanz besondere Netze um die Nervenfasern bilden, die bei manchen Thieren besonders entwickelt sein sollen, ist an und für sich äusserst unwahrscheinlich; das Misstrauen in die Angabe Henle' wird aber noch gesteigert, wenn man einen Blick auf die Abbildungen wirft, die, wie namentlich Fig. 2 und 3 unter aller Kritik und nur geeignet sind, die Auseinandersetzungen Henle's von vorneherein zu diskreditiren. In Fig. 25 sind für die angewandte 300fache Vergrösserung enorm derbe, theils sich kreuzende, theils wunderbar ineinander verschlungene Fasern abgebildet, welche von der Pia abstammen sollen, von den Gliafasern und Netzen ist dagegen keine Spur zu sehen. Da es aber im Texte heisst: „Wir kommen also zu dem Schluss, dass das Stroma des Rückenmarks (Glia) zwar Bindegewebsfasern aufnehmen kann, an sich aber nicht fasrig ist", so ist doch gewiss die Frage berechtigt, warum statt des Stroma, das ausser den Piafasern vorhanden sein und dieselben aufnehmen soll, auf der Abbildung sich nur sehr weite Lücken zwischen den Querschnitten der Nervenfasern und den angeblichen Piafasern befinden, welche die letzteren umspinnen. In Fig. 14 ist nun das Stroma der weissen Substanz allerdings und ohne Beimischung von Piafasern abgebildet, aber leider falsch. Dasselbe ist für die angewandte 300fache Vergrösserung viel zu derb und die Räume für die Nervenfasern zu weit. Balken und Knotenpunkte von einer Mächtigkeit, wie sie hier in der weissen Substanz vortreten, kommen beim Rind, wo sie doch verhältnissmässig derb sind, gar nicht vor. Die derberen Stränge und Knoten entsprechen ohne Zweifel gar nicht einzelnen soliden Stromatheilen, sondern setzen sich aus einzelnen, theils in der Schnittebene verlaufenden, theils querdurchschnittenen Fasern zusammen, die übersehen worden oder

möglicherweise mit einander verbacken sind, da die Theile vor der Härtung in Alkohol $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde lang gekocht worden sind.

Henle äussert nach seinen einleitenden Bemerkungen, dass er die Frage nach der Beschaffenheit der Bindesubstanz der Centralorgane als eine „hinreichend verworrene“ wieder aufgenommen habe. Fragwürdig konnten die bezüglichen Strukturverhältnisse überhaupt nur denen erscheinen, die sich nicht oder nur oberflächlich um dieselben bekümmert hatten, wenn aber die Verwirrung, welche Henle aufzuklären unternommen hatte, wirklich geherrscht hätte, so war es doch selbstverständlich ganz unerlässlich, sich vor allen Dingen davon zu überzeugen, ob die Bindesubstanz so wie sie an gehärteten Präparaten vortritt, auch an frischen Präparaten nachweisbar ist. Die Aufforderung dazu war um so dringender, als gerade in dieser Beziehung erhebliche Meinungsverschiedenheiten bestanden. Indessen erwähnt Henle in seiner ganzen Abhandlung die Beschaffenheit der Neuroglia im frischen Zusand mit keinem Wort.

Ich habe dem Gesagten nur noch einige Bemerkungen über die Gewebsveränderungen bei der grauen Degeneration hinzuzufügen. Es sind zuerst von mir die Veränderungen, welche bei dem krankhaften Prozess in den Gliafasern und Zellen, den Gefässwandungen und in den Nervenfasern wie in den Nervenzellen sich entwickeln genau geschildert und ist vor Allem der Nachweis geliefert worden, dass es sich um eine Neubildung handelt, dass aus der Substanz der geschwellten Gliafasern sich Fibrillen entwickeln und somit an die Stelle des alten ein ganz neues Gewebe tritt, welches die Reste der geschwundenen Nervenfasern einschliesst. Dass es sich innerhalb der fibrillären Gewebsabschnitte nicht um eine blosse Retraktion und Schrumpfung der Neuroglia nach vorausgegangenem Schwunde der Nervenfasern handelt, musste schon die Vergleichung der Beschaffenheit der normalen Glia mit den Befunden innerhalb des degenerirten Gewebes lehren. Es kommen zwar Gewebsabschnitte vor, wo der in Folge der Entartung der Neuroglia eingetretene Schwund der Nervenfasern sich in Theile der weissen Substanz mit nicht veränderter Neuroglia hineinerstreckt hat und wo thatsächlich die letztere geschrumpft ist, es bieten aber solche Gewebsabschnitte ein ganz anderes Aussehen dar als die Quer- und Längsschnitte aus dem fibrillären Gewebe.

Die seit dem Erscheinen meiner Untersuchungen publicirten Angaben über die Gewebsveränderungen bei der grauen Degene-

ration enthalten, so weit sie mir bekannt geworden sind, nur den einfachen Bericht über die gemachten Befunde, ohne Eingehen auf die Entwicklung des Prozesses. Erst Weifs[1]) hat die letztere verfolgt und meinen Beobachtungen entsprechend gefunden, dass die Fibrillen sich aus den geschwellten Glianetzen entwickeln. Weifs meint, dass ich unter fibrillär differenzirten Fasern die Bindesubstanzsepten zu verstehen scheine, indessen geht aus dem Zusammenhang wie aus der von mir gegebenen Schilderung der Struktur der Glia auf das Klarste hervor, dass unter der Bezeichnung Fasern sowohl einzelne längere Fasern als fasrige Bruchstücke der Glianetze zu verstehen sind, ganz abgesehen davon in wie weit dieselben an Bildung der Septa des Querschnitts sich betheiligen. An Längsschnitten sind es die die Nervenfasern begleitenden Längsfasern der Glia die an sich schon durch etwas beträchtlichere Stärke ausgezeichnet sind und namentlich dann als besondere Theile der Netze deutlich vortreten wenn sie geschwellt sind und die mit ihnen zusammenhängenden feineren, die Nervenfasern umspinnenden Fasern sich an der Schwellung nicht oder in geringerem Grade betheiligt haben. An Querschnitten treten als Theile des derberen Gliagerüstes radiär von der Peripherie nach Innen ziehende Fasern vor, die ebenfalls vielfach mit Theilen des benachbarten feineren Stromas zusammenhängen und wie die Längsfasern noch mehr als selbständige Bildungen imponiren, wenn sie vorzugsweise von der Schwellung betroffen sind. Ganz im Allgemeinen müssen aber als Fasern alle Netzbruchstücke bezeichnet werden, welche sich zwischen 2 Knotenpunkten der Netze oder zwischen Fasertheilungen und Anastomosen befinden, ganz abgesehen von ihrer Länge und Stärke. Es können auch einzelne den feineren Glianetzen angehörige, zusammenhängende, in der gleichen Richtung verlaufende Faserbruchstücke mehr als andere mit ihnen zusammenhängende Netzbruchstücke schwellen und treten dann ebenfalls deutlicher als die letzteren und als scheinbar selbständige Fasern vor, um so mehr da sie auch eine tiefere Karminfärbung annehmen.

In Betreff der von Weifs nicht wahrgenommenen Einwachsungen feiner Fibrillen in die Spalten zwischen Glia und Mark oder in die nach Schwund des letzteren bleibenden Lücken will ich bemerken, dass ich analoge Beobachtungen auch bei der mul-

[1]) Ueber die Histogenesis der Hinterstrangsklerose. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. W. Bd. 80. Oktoberheft 1879.

tiplen Sklerose gemacht[1]) und ausserdem gefunden habe, dass neben feinen Fibrillen in den aus Verschmelzung geschwellter Gliafasern entstandenen Plaques feine und überaus engmaschige Fadennetze sichtbar sind, für welche die schon bei schwächerer Vergrösserung sichtbaren Körner und Körnchen der Heerdsubstanz die Knotenpunkte abgeben. Einzelne Beobachtungen schienen dafür zu sprechen, dass sich die Anfangs noch gekörnten Fibrillen aus den auch an frisch untersuchten Präparaten vortretenden Netzen in der Weise entwickeln, dass gleichgerichtete und zusammenhängende fädige Bruchstücke der Netze sich verdicken.

Gestützt auf die Untersuchungen von Weifs hat Stricker[2]) sich über die Genese der Fibrillen in sklerotischen Rückenmarkssträngen verbreitet und seine Betrachtungen durch die folgende Bemerkung eingeleitet: „die Entstehungsweise der Fibrillen gehört zu den wichtigsten Fragen der allgemeinen Histologie. Man war darüber bis in die letzte Zeit herein nicht im Klaren, wenngleich einzelne Forscher, wie des Besonderen Friedreich und Frommann die Kenntniss dieses Prozesses wesentlich gefördert haben. Neuere Untersuchungen haben mich indessen in die Lage gesetzt, über die Genesis der Fibrillen bestimmte und wie mir scheint befriedigende Aufschlüsse zu geben.“ Was die Untersuchungen von Friedreich anlangt, so haben dieselben die Kenntnisse über die Entstehung des neuen Gewebes überhaupt nicht gefördert, da Friedreich sich lediglich auf den Nachweis des Vorhandenseins der Fibrillen und einer feinkörnigen Grundsubstanz beschränkt, über die Art ihrer Entstehung aber gar keine Angaben gemacht hat. Dagegen ist von mir zuerst und eingehender als von Weifs der Nachweis geliefert worden, dass die Fibrillen sich aus der Substanz der geschwellten Gliafasern entwickeln. Wenn also Stricker, gestützt auf die Untersuchungen von Weifs, dieses Verdienst für sich in Anspruch nimmt, so muss ich dies als eine starke Arroganz und Dreistigkeit bezeichnen. Wenn Stricker mit Unterstützung seiner Schüler genügend dafür Sorge trägt, dass der Werth seiner Leistungen nicht unterschätzt wird, so bin ich weit entfernt ihm daraus einen Vorwurf zu machen und ich erkenne dieselben um so lieber an,

---

[1]) Untersuchungen über die Gewebsveränderungen bei der multiplen Sklerose. Jena 1878. S. 29 u. 33.

[2]) Vorlesungen über allgemeine und experimentelle Pathologie Wien 1877. S. 582.

als ich auf Grund meiner Untersuchungen vielfach zu Ansichten gelangt bin, die mit denen Stricker's im Wesentlichen übereinstimmen. Dagegen muss ich mich auf das Entschiedenste dagegen verwahren, dass Stricker auf meine Kosten sich Verdienste zuschreibt die er überhaupt nicht hat. Die weiteren von Stricker gemachten Angaben sind nur geeignet seine Prätensionen noch ungerechtfertigter erscheinen zu lassen. Er sagt: „die Massenzunahme des Balkenwerks erfolgt zweifellos auf Kosten der Nervenröhren.“ Man erwartet als selbstverständlich, dass eine Begründung dieses Satzes folgen werde, dieselbe folgt aber nicht, sondern Stricker führt nur an, dass mit Massenzunahme der Glia die markhaltigen Fasern noch gruppenweise als kleine Inseln in den confluirenden Balken sich präsentiren und dass das Mark einzelner Nervenfasern so vollständig von den letzteren aufgenommen wird, dass nur der Axencylinder übrig bleibt. Wie in der Cornea die Grundsubstanzinseln durch die Schwellung des Netzes von Zellausläufern allmählig reducirt werden, so verbreitern sich im Rückenmark die Septa allmählig auf Kosten der Nervenröhren.

Dass mit der Schwellung der Glianetze eine Dickenabnahme der Markscheide Hand in Hand geht, dass in den derberen Strängen und Plaques rothgefärbter Gliasubstanz sich Axencylinder finden, die dicht von der letzteren umschlossen gar keine Markscheide mehr besitzen, ist zunächst von mir und nicht von Stricker nachgewiesen worden und wenn derselbe als auf einen analogen Vorgang auf die mit Schwellung der Zellausläufer verbundene Massenabnahme der Grundsubstanzinseln der Cornea verweist, so übersieht er vollständig, dass er erst den Nachweis zu führen hat, dass der letztere Vorgang thatsächlich dem bei Schwund des Marks analog ist, dass das letztere in ähnlicher Weise bei entzündlichen Prozessen in Mitleidenschaft gezogen wird wie die Grundsubstanz im Bindegewebe. Stricker will sich aber noch in anderer Weise durch die direkte Beobachtung von dem Zerfalle der Nervenröhren zu Fibrillen überzeugt haben. Er hat nämlich gesehen, dass die Querschnittsbilder der Nervenröhren noch in ihren Contouren angedeutet und dennoch schon in Fibrillen zerfallen waren, d. h., dass an Stelle des Nervenrohrs ein Bündel feinster Fibrillen vorhanden war das auf dem Querschnitt als ein Häufchen von feinen Körnern erschien. Das blosse Vorkommen von Fibrillenbündeln deren Dicke ungefähr der Dicke markhaltiger Fasern entspricht beweist aber für sich selbstverständlich nicht, dass die ersteren aus einem Zerfall der letzteren

hervorgegangen sind. Derartige Fibrillenbündel können an Quer- wie an Längsschnitten sowohl in der Ebene der Schnittfläche als senkrecht zu derselben verlaufend wahrgenommen werden und ganz ausdrücklich habe ich auf das Vorkommen fibrillär gewordener Längsfasern der Glia bei Besprechung der Strukturveränderungen in den entarteten Seitensträngen aufmerksam gemacht. Da nur einzelne der die alten Längsfasern verbindenden und die Nervenfasern überkreuzenden und umspinnenden Fasern die gleiche Umwandlung erfahren hatten, traten, soweit dies nicht der Fall war, die fibrillär gewordenen Längsfasern als von einander gesonderte, ziemlich parallele Fibrillenbündel hervor[1]). Selbstverständlich bestreite ich keineswegs die Möglichkeit, dass überhaupt das Mark an der Schwellung der Gliafasern und an der Fibrillenbildung in irgend einer Weise betheiligt sein könne, sondern vermisse nur die Begründung, dass ein solcher Vorgang thatsächlich stattgefunden hat. Wenn Stricker um das die Stelle einer Nervenfaser einnehmende Fibrillenbündel im Querschnitt noch den Markkontour angedeutet gefunden hat, so hätte es sich doch der Mühe verlohnt, diesen Befund an Osmiumpräparaten weiter zu verfolgen. Da der Markschwund schon im Anfang des Prozesses ein sehr beträchtlicher ist, so liegt allerdings die Vermuthung nahe, dass das Mark oder Theile desselben von den schwellenden Fasern aufgenommen werden, indessen habe ich thatsächliche Anhaltepunkte für einen derartigen Vorgang nicht gewinnen können.

Stricker hat sich ausserdem sehr bemüht über das Schicksal der Schwann'schen Scheide bei entzündlichen Vorgängen im Nervensystem in's Klare zu kommen. Die Untersuchung der peripheren Nerven ergab, dass das ganze markhaltige Nervenrohr zu einem fein granulirten, mit Kernen versehenen Strange umgestaltet wird. An der weissen Substanz des centralen Nervensystems gelang es ihm bisher nicht, das Verschmelzen der Schwann'schen Scheide mit ihrem Inhalte zu erkennen, wenngleich eine Endphase des Prozesses die er an Querschnitten der Stabkranzfaserung studirt hat, darüber kaum mehr einen Zweifel zulässt. Diese Querschnitte lehrten nämlich, dass zwischen den noch feinen Zügen der bindegewebigen Septa je ein Maschenraum von je einem fein granulirten und kernhaltigen Körper ausgefüllt war. Diese Körper sind „offenbar" aus der Verschmelzung sämmtlicher Formbestandtheile der markhaltigen Faser hervorgegangen.

[1]) Untersuchungen II. Theil, S. 89.

Die richtige Beurtheilung pathologischer Gewebsveränderungen setzt die genaue Kenntniss der normalen Strukturverhältnisse voraus. Hätte sich Stricker genauer um die Beschaffenheit der markhaltigen Fasern in den Nervencentren bekümmert, so würde er keine Veranlassung gehabt haben die Schicksale ihrer Schwann'schen Scheiden bei entzündlichen Vorgängen zu erforschen, da bekanntlich die Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark Schwann'sche Scheiden überhaupt nicht besitzen [1]).

Auch nach den Befunden von Ribbert [2]) werden die pathologischen Vorgänge (bei der multiplen Sklerose) eingeleitet durch Schwellung der Gliafasern und besonders der Zellen; ausserdem kommt es zur Vergrösserung der Kerne die erst später durch Theilung sich vermehren. Gleichzeitig schwinden die Nervenfasern und nur die Maschen, welche von ihnen eingenommen wurden bleiben sichtbar, sind aber entsprechend der Massenzunahme der Neuroglia verengt, im Gehirn leer, im Rückenmark dagegen ausgefüllt von Körnchenkugeln, die sich nach Behandlung mit Nelkenöl als farblose Zellen erweisen. Durch die letzteren werden die im Rückenmark noch längere Zeit persistirenden Axencylinder an die Wand gedrückt.

Wenn Ribbert angiebt, dass sich aus der Untersuchung der Grenzzonen der Heerde die Ansicht herausgebildet habe, dass die Veränderungen der Neuroglia einen einleitenden Vorgang repräsentiren, so muss ich dies dahin berichtigen, dass von dem sich Herausbilden einer solchen Ansicht gar nicht die Rede sein kann, sondern dass von mir nachgewiesen worden ist, dass sowohl bei der strangweisen Degeneration als bei der multiplen Sklerose die krankhaften Veränderungen von der Neuroglia ausgehen. Es handelt sich dabei aber nicht allein um Schwellung der Knotenpunkte und Fasern, sondern auch um Verschmelzen benachbarter Knotenpunkte und Fasern wodurch es zur Bildung mikroskopischer Plaques kommt, von denen die grösseren noch einzelne markhaltige Fasern oder nackte Axencylinder einschliessen. Dass die vorhandenen Kerne sich zunächst vergrössern und dann theilen ist ohne Zweifel sehr wohl möglich, daneben aber lässt sich auch die Möglichkeit einer Neubildung von Kernen nicht in Abrede stellen. Bezüglich der Zusammensetzung

---

[1]) Untersuchungen I. Theil, S. 10.

[2]) Ueber multiple Skelerose des Gehirns und Rückenmarks. Virchow's Archiv, Bd. XC.

der Heerdsubstanz habe ich, wie bereits erwähnt, darauf aufmerksam gemacht, dass sich in derselben sehr feine und sehr engmaschige Fadennetze nachweisen lassen, deren Knotenpunkte durch Körner und Körnchen gebildet werden und dass mit den letzteren auch feine Fäden zusammenhängen, welche von der Kernmembran ab oder aus dem Kerninnern austreten. Es sind das Strukturverhältnisse die meines Erachtens nicht nur für den in Rede stehenden Prozess, sondern für Neubildungen überhaupt von fundamentalem Interesse sind und desshalb bei allen einschlägigen Untersuchungen berücksichtigt zu werden verdienen.

Die weiteren Umbildungen der Neuroglia führen nach Ribbert zur Abgrenzung blasser Zellen in denen die Kerne vermehrt und vergrössert sind und von welchen nach allen Richtungen Fortsätze ausstrahlen, die sich in ein äusserst fein fibrilläres Gewebe auflösen, welches die Maschen für die Nerven umspinnt. Aber auch nach Zunahme der Menge dieser Zellen finden sich noch einzelne Kerne ohne Zunahme des Protoplasmas im fibrillären Gewebe, meist aber so, dass man erkennt wie solche Stellen Knotenpunkte im Gewirre der Fasern repräsentiren. Indem das Faserwerk der Neuroglia immer dichter wird und an Menge zunimmt schwindet das Lückensystem für die Nervenfasern, an seine Stelle tritt ein gleichmässiges Netzwerk und in den allerdings noch reichlich vorhandenen rundlichen Lücken desselben finden sich in den Hirnheerden Körnchenzellen die gerade in diesem Stadium gewöhnlich sehr zahlreich vorhanden sind. Das Auftreten von Körnchenzellen leitet Vf. nicht von Gliazellen, sondern von ausgewanderten und in die Heerdsubstanz eingedrungenen farblosen Zellen her, welche das vom Zerfall des Nervenmarks herrührende Fett aufgenommen haben und stützt seine Meinung nicht blos darauf, dass nach Extraktion des Fetts Zellen zurückbleiben, die nach ihrer Form und nach Beschaffenheit der Kerne den farblosen Zellen gleichen, sondern auch auf den Umstand, dass die Körnchenzellen erst auftreten, wenn das Bindegewebe die Nervenfasern zum Zerfall bringt. Vor ihrem Auftreten erkennt man noch die Räume für die Nervenfasern, sobald sie reichlich vorhanden sind, finden sich im Neurogliagewebe nur noch Lücken für sie, nicht mehr für die Nerven. Ausserdem will Verf. die Identität der Körnchenkugeln mit farblosen Zellen durch die Wanderfähigkeit der Körnchenkugeln begründen. Er findet sie in älteren Heerden nicht mehr im Innern der Neuroglia, sondern nur noch in den Gefässscheiden. Letztere sind auch schon dann reichlich mit Fett

gefüllt, wenn solches auch noch im Heerde selbst vorkommt. Es hat oft den Anschein, als sei die ganze Lymphscheide, ohne genauere Differenzirung, nach Charcot in Form einer Emulsion, mit Fett gefüllt. Aber mit Hülfe der Färbung lässt sich bald herausbekommen, dass auch hier nur dicht gedrängte rundliche Haufen vorliegen zu denen ein Kern gehört und nach Aufhellung mit Nelkenöl ist der ganze Raum mit den oben geschilderten runden Zellen gefüllt. Auf diese Weise wird „also“ das aus dem Zerfall des Nervenmarks hervorgegangene Fett von den Lymphkörpern aufgenommen, zu den Gefässen geführt und verschwindet so nach und nach aus dem Heerde.

Im Rückenmark werden die nach Schwund der Nervenfasern zurückbleibenden Lücken von Körnchenkugeln eingenommen, die aber nach und nach wieder schwinden und ihr Platz wird eingenommen von dem üppig wuchernden Neuroglianetz, in dessen Knotenpunkten, wie im Gehirn, protoplasmatische Zellen liegen, von denen das Faserwerk ausstrahlt. Wird so das Gliagewebe immer ärmer an Körnchenzellen, so trifft man sie noch reichlich in den Gefässscheiden bis sie in den ältesten Heerden auch aus ihnen verschwunden sind.

Die in den Heerden sich entwickelnden zellenartigen Körper zeigen, wie ich nachgewiesen habe, nach ihrer Form, Grösse und Beschaffenheit sehr erhebliche Verschiedenheiten. Es finden sich einmal zellenartige Gebilde die einen oder 1 Paar Kerne enthalten und von deren Polen lange, glänzende, derbe, mitunter gabelförmig gespaltene, oder aufgesplitterte Fortsätze ausgehen, die sich mehr und mehr verschmälern und mit ihren Enden zwischen den benachbarten Fibrillen verschwinden. Eine deutliche Zellgrenze ist hier gar nicht festzustellen, es handelt sich vielmehr um Differenzirung fibrillenartiger Gebilde aus der Substanz der geschwellten Glia, die nur desshalb den Eindruck von Zellfortsätzen machen, weil sie an den Kernpolen die grösste Dicke erreichen. Von der unmittelbaren Umgebung anderer Kerne und Kernanhäufungen gehen Fibrillen aus, die histogenetisch ganz dieselbe Bedeutung haben, da sie aber in der Nähe der Kerne an Dicke nicht zunehmen, imponiren sie auch nicht als Zellausläufer. In beiden Fällen ist die Substanz der Glia mit Bildung der Fibrillen blass und durchscheinend geworden, färbt sich durch Karmin nicht oder nur sehr schwach und lässt sich nicht oder nur sehr undeutlich abgrenzen. Ribbert giebt S. 251 an, dass innerhalb des dichten Maschen- und Filzwerks der Zellausläufer noch einzelne Kerne

ohne Zunahme des Protoplasma im fibrillären Gewebe liegen, meist aber so, dass solche Stellen Knotenpunkte im Gewirre der Fasern repräsentiren. Er scheint dabei von der Voraussetzung auszugehen, dass das Protoplasma nur soweit an Menge zugenommen habe, als es innerhalb des fibrillären Gewebes noch in Form grösserer Mengen körniger Substanz die Kerne umgiebt; seine Menge hatte aber auch da zugenommen, wo die Fibrillen bis in die Nähe der Kerne heranreichen, da die Fibrillen erst sich auf Kosten des Protoplasma entwickelt haben. Da die neugebildeten Fibrillen histogenetisch dieselbe Bedeutung haben wie die Fibrillen des Bindegewebes, ist es übrigens nicht zweckmässig, sie, wie es Ribbert thut, bald als Fibrillen, bald als Fasern zu bezeichnen und ebenso umgekehrt, bald von Fasern, bald von Fibrillen der unveränderten Neuroglia zu sprechen.

Es finden sich 2) ebenfalls sowohl bei der strangweisen Degeneration als bei der Herdsklerose zellenartige Gebilde, die nicht immer einen oder ein Paar Kerne enthalten und nur zum Theil aus alten Gliazellen, zum Theil aber aus geschwellten Knotenpunkten der Netze oder überhaupt aus umschriebenen Abschnitten der sich entwickelnden Heerdsubstanz hervorgehen und die ich kurz als Gliakörper bezeichnet habe. Sie besitzen eine sehr wechselnde Form und Grösse, theils derbere verästelte wie unverästelte, theils aber feine fibrilläre, häufig sehr dicht gestellte Auslaufer. Unter Schwinden ihrer feingranulirten Beschaffenheit wird bei einem Theil derselben die Peripherie oder auch das Innere stärker glänzend und homogen. Die derberen glänzenden Fortsätze scheinen sich ausschliesslich aus der Substanz der geschwellten Glia zu entwickeln, während in Betreff der feinen, häufig sehr dicht gestellten, nicht verästelten und von nicht verdichteten Theilen des Umfangs der Gliakörper entspringenden Fibrillen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie aus dem letzteren ausgewachsen sind. Das Vorkommen von ähnlich beschaffenen Körpern und die Betheiligung ihrer Fortsätze an Bildung des fibrillären Gewebes wird von Ribbert wie von Anderen ausdrücklich hervorgehoben, dagegen ist von mir nachgewiesen worden, dass sie charakterisirt sind durch die sehr feine und dichte Granulirung ihrer Substanz, dass sie nicht sämmtlich Kerne enthalten und dass neben den derberen Fortsätzen auch feine Fibrillen von ihnen abtreten.

Unter den von mir untersuchten grösseren Heerden liessen sich im Allgemeinen 2 Formen unterscheiden, solche, in denen die

Fibrillenbildung mit mehr oder weniger zahlreich eingestreuten Gliakörpern und frei zwischen die Fibrillen eingelagerten Kernen überwog und solche, in denen die Produkte der rückgängigen Metamorphose in Form von Fetttropfen, Fettkrystallen und von Fettkörpern angehäuft waren. Die Fettkörper gehen aus umschriebenen Abschnitten der Heerdsubstanz hervor, deren Körnchen zu Fettkörnchen umgewandelt werden oder in dieser Umwandlung begriffen sind; der Umfang dieser Körper nimmt zu, indem die Körnchen in der umgebenden Heerdsubstanz ebenfalls gruppen- oder reihenweise verfetten, so dass das Wachsthum unter Apposition neuer Schichten verfetteter Heerdsubstanz erfolgt oder in Form zackiger in die letztere ausgreifender Fortsätze. Damit ist der Nachweis geliefert, dass die Heerdsubstanz als solche verfetten kann, wodurch nicht ausgeschlossen wird, dass auch das Nervenmark an der Fettbildung betheiligt sein kann.

Auf den Eintritt einer Auswanderung farbloser Zellen schliesst Ribbert aus der Vermehrung der Kerne um die Gefässe, so dass er den gleichen Eindruck wie bei einer entzündlichen Emigration weisser Blutkörper irgend eines anderen Gewebes erhielt. Da aber Ribbert sich über den Verbleib der Zellkörper nicht geäussert hat, bleibt zunächst nur die Annahme, dass es sich um Kerne handelte die der Heerdsubstanz angehören. Ich habe farblose Zellen nur in manchen der pericellulären Räume der Ganglienzellen der Grosshirnrinde und in manchen der grösseren, nach Schwund der Nervenfasern übrig gebliebenen Lücken innerhalb der weissen Substanz des Rückenmarks wahrgenommen und es schien mir auch nicht wahrscheinlich, dass farblose Zellen in die sich entwickelnde Heerdsubstanz oder zwischen die sich durchkreuzenden einzelnen Fibrillen und Fibrillenbündel eindringen sollten, so weit nicht wenn auch nur schmale Bahnen für ihre Wanderung frei gelassen werden. Das thatsächliche Vorkommen von lymphoiden Zellen oder von Körnchenzellen innerhalb der körnigen Heerdsubstanz oder zwischen den Fibrillen lässt aber natürlich keine andere Deutung zu, als dass es sich entweder um Wanderzellen oder um aus der Glia neugebildete Zellen handelt. Für das Statthaben des letzteren Vorgangs habe ich in den beiden untersuchten Fällen von strangförmiger und von disseminirter Sklerose keine Anhaltepunkte gewinnen können.

In Betreff der definitiven Gestaltung der sklerotischen Heerde gewährten Ribbert weitere Aufschlüsse die Befunde in einem

zweiten Fall die bezüglich der Entwicklung von Fibrillen aus dem Protoplasma der Zellen mit dem von mir Beobachteten übereinstimmen. Die meisten Heerde waren älteren Datums und nur die wenigen jüngeren durch reichliche Einlagerung von Körnchenzellen ausgezeichnet. Nach Verschwinden der letzteren macht die Wucherung der Neuroglia weitere Fortschritte, die protoplasmatischen Zellen imponiren durch ihre Grösse und durch die Zahl ihrer Kerne. Aber bald beginnen weitere Prozesse, die den Heerd immer mehr in eine derbe Masse umwandeln. Das Protoplasma der grossen Zellen verschwindet wieder, es geht wieder in die Faserbildung auf, so dass schliesslich bei den einzelnen Zellen ähnliche Verhältnisse resultiren, wie im normalen Gewebe, indem jetzt scheinbar die Fibrillen von den Kernen direkt ausgehen. Allein bezüglich dieser bleibt ein bemerkenswerther Unterschied bestehen. Sie verschwinden nicht wieder wie das Protoplasma, sondern bleiben entsprechend ihren Zellterritorien gruppenweise liegen und zeigen so die Punkte an, von denen die einen dichten Filz bildenden Fasern ausstrahlen.

Dass an den Gefässwandungen Veränderungen eintreten, wird vom Verf. im Allgemeinen constatirt, indessen ist er auf dieselben nicht näher eingegangen; er hält es nur für fraglich, ob dieselben, wie Rindfleisch angiebt den Veränderungen der Neuroglia vorausgehen. Die Ansicht von Rindfleisch kann aber aus dem Grunde gar nicht in Betracht kommen, weil Rindfleisch, in der irrigen Voraussetzung, die Glia habe im normalen Zustande eine amorphe Beschaffenheit, unveränderte Gliafasern für aus der amorphen Glia hervorgegangene angesehen und die den Eintritt der krankhaften Veränderungen bezeichnende Schwellung der Gliafasern und Netze gar nicht gekannt hat.

Vor Kurzem ist noch von Friedmann[1]) eine genaue Schilderung und sehr eingehende Besprechung der von ihm in 2 Fällen von disseminirter Sklerose wahrgenommenen Gewebsveränderungen veröffentlicht worden.

Gegen die von mir vertretene Anschauung wendet F. ein, dass der Nachweis von mir gar nicht erbracht sei, dass thatsächlich die derberen Fibrillen in den Fasermassen der ausgebildeten Heerde aus den feinen Fibrillen der kleinen Heerde und aus denen der Grenzschicht der grösseren Heerde hervorgehen. Ueber-

---

[1]) Zur pathologischen Anatomie der multiplen chronischen Encephalitis. Wien 1883.

gangsformen zwischen beiden Faserformen seien nicht genügend mitgetheilt. Ich habe dagegen nicht nur in den Untersuchungen über die multiple Sklerose, sondern schon in denen über die strangweise Degeneration des Rückenmarks ganz ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Uebergangsformen sich finden und dass mit zunehmender Derbheit der Fibrillen, die Substanz, in welche sie eingebettet sind mehr und mehr das Vermögen durch Karmin gefärbt zu werden verliert, bis schliesslich im entwickelten fibrillären Gewebe die einzelnen Fibrillen nur noch durch eine helle, durchscheinende und schwer wahrzunehmende Kittsubstanz verbunden werden. Die von mir gegebene Abbildung junger Fibrillen lässt nach F. die Deutung zu, dass es sich um die ziemlich intakten Hornscheiden (also um durch die härtende Flüssigkeit verändertes Nervenmark) handelt, wogegen ich auf die oben wieder abgedruckte Schilderung des Aussehens des Marks an Längs- und Querschnitten verweise; ausserdem sind meine Beobachtungen nicht blos an mit Terpentinöl aufgehellten, sondern auch an nur durch Karmin gefärbten wie an mit Osmiumsäure behandelten Präparaten angestellt worden.

Dass die Heerdsubstanz sich aus geschwellten, tingirbaren Gliafasern entwickelt, ist eine Thatsache die sich bei einiger Aufmerksamkeit leicht fesstellen lässt, besonders nachdem ich ausdrücklich darauf hingewiesen habe, dass an der Heerdgrenze überall geschwellte Gliafasern unmittelbar aus glatten, nicht geschwellten, nicht oder sehr wenig gefärbten hervorgehen und unter Schwinden des Marks der von ihnen umschlossenen Nervenfasern zur Bildung kleiner Centren von Heerdsubstanz, mikroskopischer Plaques, miteinander verschmelzen.

Der Vorgang ist genau derselbe wie bei der strangweisen Degeneration des Rückenmarks, ist aber an den derberen Gliafasern der weissen Stränge des letzteren leichter zu verfolgen als an den zarteren Gliafasern im Gehirn. Auch die Kapillarmembranen und die Fasern der Adventitia erfahren vielfach eine ähnliche Schwellung und bekommen ein körniges Aussehen, während von einem Exsudat in Form körniger Gerinnsel in der Umgebung der Gefässe nicht das Geringste zu sehen ist.

F. meint, eine allmählige, durch längere Zeit fortdauernde Vermehrung von Bindegewebsfasern könne am einfachsten zu Stande kommen durch beständige Neubildung von Ausläufer tragenden Bindegewebszellen deren Zellleiber zu Grunde gehen oder vielleicht für unsere Hülfsmittel unkenntlich werden, während ihre Fort-

sätze unter collagener Umwandlung als anscheinend freie Fasern bestehen bleiben. Dafür spricht nach Friedmann die Uebereinstimmung in dem Aussehen der anscheinend freien Fasern mit den Zellausläufern und der Umstand, dass an Stellen von jüngerer Erkrankung die Zahl der Fasern, welche als Zellenfortsätze theils gedeutet, theils erwiesen werden können, öfter überwiegt über die anscheinend oder vermuthlich freier Fasern.

Ich zweifle sehr, dass für diese Vermuthungen Friedmann's sich bestimmte thatsächliche Anhaltepunkte werden gewinnen lassen. Meiner Ueberzeugung nach beruhen die Fibrillenbildung und die Bildung von Zellen und zellenartigen Körpern die nach ihrer Form und Beschaffenheit von unveränderten Gliazellen wesentlich verschieden sind, auf Vorgängen die nicht von einander getrennt werden können, auf einer Verdichtung der geschwellten Glia die theils zur Bildung von Fibrillen innerhalb der geschwellten Fasern und ihrer kernhaltigen Knotenpunkte führt, theils zur Bildung von wohlabgegrenzten Zellen oder zellenartigen Körpern.

XV. Spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretende Veränderungen des Inhalts der Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium zonale.

Die an den Körnern lebender thierischer Zellen wahrgenommenen Veränderungen veranlassten mich, auch das Verhalten der Körner in Pflanzenzellen, und zwar, als einem leicht zugänglichen Objekt, in den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium zon. zu untersuchen. Die an protoplasmatischen Körnern von Pflanzenzellen von Weiss, Trécul, Kraus und neuerdings von Fritsch[1]) wahrgenommenen Veränderungen beziehen sich auf gefärbte Körner. Nach Fritsch sind die verschiedenen Formen der gefärbten Körner als Entwicklungsstufen der ursprünglich kuglichen Körner anzusehen, deren Farbstoffträger

[1]) Ueber farbige, körnige Stoffe des Zellinhalts. Königsberg 1882; Weiss, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Farbstoffs der Pflanzenzellen. Wiener Sitzungsberichte Bd. 50 u. 54; Kraus, Untersuchungen über die Farbstoffkörner bei Solanum pseudocapsicum, Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. VIII; Trécul, Annal. de scienc. nat. S. IV. T. X. 1858.

protoplasmatischer Natur ist. In den ursprünglich runden und soliden Körnern entwickelt sich allmählig und unter Auftreibung des Korns ein Hohlraum oder es entstehen 2 und 3 solcher Hohlräume die mit ihrem Wachsthum die Berstung des Korns bewirken. War nun ein Hohlraum vorhanden, so entsteht bei seinem Platzen ein hufeisen- oder halbmondförmiges Gebilde das sich allmählig streckt; hatten sich mehrere Hohlräume gebildet, so entstehen oft höchst bizarre Formen. Schliesslich zerfallen alle Körner in eine Menge kleiner Körnchen aus deren Lage man Anfangs noch die Form des Mutterfarbkorns erkennen kann, die sich aber bald in der Zelle vertheilen. Ein solches Verhalten zeigen die Körner in den Blüthen von Impatiens longicornu, Viola tricolor u. A., während die aus geplatzten vakuolisirten Körnern hervorgegangenen Spindeln in den Früchten von Pirus aucuparia sich wieder vakuolisiren und die entstandenen einfachen oder mehrfachen Hohlräume bei ihrem Bersten die Spindeln spalten, so dass diese in verästelte, in Spitzen auslaufende Gebilde umgewandelt werden. In den Zellen der Früchte von Pirus aucuparia waren nicht selten die Farbspindeln dem Zellkern eingelagert oder hafteten ihm mit einem Ende an. In anderen Pflanzen, wie in den Zellen der Randblüthen von Calendula officinalis führt der sich entwickelnde Hohlraum der Körner kein Platzen derselben herbei, sondern das ganze Korn erhält erst ein feinkörniges Aussehen, worauf die Körnchen sich allmählig im Zellraum vertheilen.

Die Glieder der 3—5 gliedrigen Drüsenhaare von Pelargonium, enthalten neben Körnchen und strömendem oder ruhenden Plasma Fäden die quer und schräg durch den Zellraum ausgespannt sind oder mehr der Längsaxe des Glieds parallel verlaufen, ziemlich häufig unter Bildung derberer Knotenpunkte anastomosiren und mitunter in schlängelnder oder pendelnder Bewegung begriffen sind; namentlich die Endglieder werden nicht selten in ihrer ganzen Ausdehnung von einem Gerüst feinerer und derberer, vielfach anastomosirender Fäden durchsetzt, seltener und nur in beschränkter Ausdehnung finden sich engmaschige Netze. Mitunter enthalten die Endglieder fast ganz homogenes Plasma oder dieselben Körner, strang- und stäbchenförmigen Gebilde wie sie sich auch in den Köpfchen finden. Die runden, ovalen oder spindelförmigen Kerne sind mitunter fast ganz homogen, schliessen häufiger sehr dicht gestellte und feine Körnchen und mitunter ein relativ grosses Kernkörperchen ein und sind in den Endgliedern während

des Bestehens einer Plasmaströmung nicht oder nur undeutlich sichtbar, treten aber mit zunehmender Deutlichkeit nach Erlöschen der letzteren vor.

Der Inhalt der Köpfchen ist nach der Beschaffenheit seiner Formelemente wie nach der Art ihrer Anordnung und Vertheilung ein ziemlich wechselnder.

1) Das Innere zahlreicher Köpfchen wird ganz eingenommen von dicht gestellten, schwach oder stark glänzenden, weisslichen oder gelblichen Körnern, welche eine sehr wechselnde Grösse, blasse oder scharfe Kontouren und meist ein vollkommen homogenes, seltener ein undeutlich granulirtes Aussehen darbieten und im optischen Durchschnitt eine runde, ovale, quadratische, rechteckige oder polygonale, seltener eine sichel-, halbmond-, spindel- oder birnförmige Gestalt besitzen. In den hellen Spalträumen zwischen den Körnern ist Flüssigkeit enthalten, in welcher an Stellen wo die Körner etwas weiter auseinander gerückt sind, feine Körnchen hin und her oscilliren und die ausserdem feine Fäden einschliesst, welche theils benachbarte Körner mit einander verbinden oder nur als stielartige Fortsätze der Körner vortreten, theils aber die Spalträume durchziehend auf längere Strecken sichtbar sind, hie und da kleine gekörnte, spindelförmige Anschwellungen zeigen und sich mitunter zur Bildung eines sehr zarten Reiserwerks verbinden, durch welches die Körner theils verbunden, theils umsponnen werden. In manchen Köpfchen finden sich neben Körnern wie sie in Fig. 43, Taf. III, vortreten, oder in grösserer Häufigkeit als die Körner stäbchenförmige, hie und da anastomosirende Gebilde (Fig. 48), welche dieselbe oder eine etwas geringere Stärke als die Körner aber das gleiche Brechungsververmögen besitzen, mitunter knotige oder zackig auslaufende Verdickungen tragen oder eine perlschnurartige Gliederung zeigen, wenn sie durch verschmolzene Körner gebildet werden. Sie sind meist gerade oder nur wenig gebogen, nehmen aber mitunter mannichfache Formen an und sind dann haken-, S- oder hufeisenförmig gekrümmt und häufig mit schleifenförmigen Ausbiegungen versehen. Mitunter gehen die Stäbchen sehr zahlreiche Verbindungen ein und bilden dadurch ein derbes Gerüst, ausserdem hängen sie, wie die Körner häufig untereinander durch feine Fäden zusammen.

Die Körner und Stäbchen erfüllen nicht immer den ganzen Binnenraum des Köpfchens sondern bilden häufig nur einen rundlichen, bald mehr die centralen Partien des letzteren (Fig. 43)

einnehmenden, bald der Scheidewand zwischen Köpfchen und Endglied aufliegenden Haufen, von welchem aus einzelne Körneragglomerate in Form breit abgehender und sich verschmälernder Fortsätze sich nach der Wand erstrecken können. Einzelne weitere Lücken innerhalb der Körnerhaufen enthalten bald nur homogene Flüssigkeit, bald netzartig verbundene oder reiserförmig verzweigte Fasern und auch die von dem Haufen sich ablösenden und nach der Wandung ziehenden Fortsätze bestehen häufig nicht aus Körnern, sondern aus verzweigten und zum Theil anastomosirenden Fäden und Strängen oder aus Netzschichten. Der Raum zwischen dem Körnerhaufen und der Wandung wird von sehr fein und blass granulirter Substanz eingenommen oder von Flüssigkeit, welche eine wechselnde Zahl in Molekularbewegung begriffener Körnchen einschliesst.

Die Köpfchen der Haare von den Stielen junger Blätter und von den Stielen der Blüthenknospen schliessen sehr häufig fast sämmtlich nur Körner oder diese und stabförmige Gebilde ein, während die Köpfchen der Haare von den Stielen entwickelter Blätter und namentlich die von den Stielen entwickelter Blüthen sehr häufig zum grössten Theil ein ganz anderes Aussehen darbieten. Der Kern wird in denselben von einer mehr oder minder mächtigen Schicht blass granulirter Substanz umschlossen, in welche Körner nicht oder nur vereinzelt eingelagert sind und welche neben einzelnen derberen Körnchen häufig einzelne Fäden, derbere fädige Stränge, Netzschichten und bläschenförmige Gebilde mit hellem Inhalt und glatter, im Durchschnitt fädiger Wandung einschliesst. Vom Umfang der granulirten Schicht strahlen wieder sehr häufig körnige Streifen, schmale Netzschichten oder feinere und derbere verzweigte und zum Theil anastomosirende Fäden nach der Köpfchenwand aus. In Fig. 44 und 45 hat die den Kern umgebende Schicht nur eine geringe Mächtigkeit, enthält keine Vakuolen und hat in Fig. 44 ein netzförmiges Gefüge, während in Fig. 45 wohl die Körnchen in der unmittelbaren Umgebung des Kerns vielfach mit kurzen Fäden zusammenhängen, ohne aber sich mit denselben zur Bildung ganz oder fast ganz geschlossener Maschen zu verbinden. Derbere, nach der Peripherie ausstrahlende Fäden finden sich in Fig. 45, während in Fig. 44 der flüssige Inhalt des Köpfchens nur Fadenrudimente enthält die hie und da untereinander zu kleinen verästelten Reisern verbunden sind.

Die Körner und Stäbchen wie Netze, fädige oder granulirte Substanz schliessen in der Regel einen runden oder ovalen, homogenen oder sehr blass und fein granulirten Kern ein, der

mitunter eine zarte, fädige Hülle besitzt (Fig. 43, 44 und 45). Derselbe enthält in der Regel ein rundes oder ovales, central oder excentrisch gelegenes kernkörperchenartiges Gebilde, das nach Grösse, Form und Brechungsvermögen vollkommen den Körnern gleicht, wie diese homogen ist und nur mitunter in der Peripherie ein etwas stärkeres Brechungsvermögen als im Innern besitzt, so dass die erstere in Form eines etwas glänzenden Saumes vortritt. So weit der Kern von Körnern umgeben ist, wird er von denselben durch ähnliche, schmale Spalträume getrennt wie sie die einzelnen Körner von einander trennen, während von granulirter oder von körnig-kurzfädiger Substanz umschlossene Kerne sich von derselben meist durch ihre feinere und dichtere Granulirung unterscheiden und desshalb auch in diesem Fall als besondere Körper vortreten. Mitunter greift aber die Kernsubstanz mit zackigen oder buckligen Fortsätzen und Prominenzen in die umgebende körnige Schicht aus und in einzelnen Fällen konnten sogar derbere, strangförmige Fortsätze von Kernsubstanz zwischen den Körnern bis in die Nähe der Membran des Köpfchens verfolgt werden; auf der anderen Seite kommt es nicht selten vor, dass aus der den Kern umschliessenden körnigen oder körnig-kurzfädigen Substanz Reihen, Gruppen und streifige Züge von Körnchen wie körnige Fäden sich in die peripheren Abschnitte des Kerninnern einsenken. Es wird unter diesen Umständen einmal die Begrenzung des Kerns eine sehr unregelmässige und ausserdem hört er auf ein von dem umgebenden Köpfcheninhalt überall gesonderter Körper zu sein.

In einer beschränkten Anzahl von Köpfchen schien ein Kern ganz zu fehlen, mindestens war von einem solchen nichts wahrzunehmen und ihr Inhalt zeigte dann eine verschiedene Beschaffenheit. In manchen Köpfchen besteht derselbe zum grössten Theil aus Flüssigkeit, in welche unregelmässig geformte, feinkörnige und kurzfädige Massen, Streifen und Schichten von engmaschigen Netzen sowie einzelne Körner, Körnchen und Fäden eingelagert sind; in anderen Köpfchen dagegen wird der Binnenraum ganz oder zum grössten Theil von scharf gezeichneten, glänzenden Fadennetzen, von einem Reiserwerk oder von einem derberen Gerüst durchzogen (Fig. 46 und 47) dessen Maschen mitunter zum Theil von Netzlamellen und Netzschichten ausgefüllt werden. Körner fehlen ganz oder sind nur vereinzelt eingestreut und hängen mitunter durch kurze und feine, stielartig von ihnen abtretende Fäden mit Netzschichten in ihrer Umgebung zusammen.

An einzelnen der längeren Netzfäden wie an einzelnen der von der Körner- oder Körnchenschicht in der Umgebung des Kerns nach der Membran des Köpfchens ausstrahlenden Fäden sind ähnliche schlängelnde Bewegungen wahrzunehmen wie an den längeren, in den Haargliedern befindlichen Fäden.

Auf Zusatz von Essigsäure tritt in den Kernen zunächst nur das Korn (Kernkörperchen) deutlicher hervor, sehr bald aber bekommt der Kern, wenn er vorher homogen war, ein trübes, körniges Aussehen und wenn er granulirt war, wird die Granulirung derber, dunkler und deutlicher; ebenso trübt sich die den Körnerhaufen oder körnige Substanzschichten umschliessende Flüssigkeit. Gleichzeitig werden die Körner dunkler, ihre Kontouren unregelmässig, erhalten Einkerbungen und ihre homogene Substanz bekommt ein undeutlich körnig-kurzfädiges Aussehen. Da auch die hellen Spalträume zwischen den Körnern und zwischen diesen und dem Kern dunkel und körnig werden, so verschmelzen die Körner (und ebenso die Stäbchen) mit dem Kern wie mit dem übrigen vorher homogenen Inhalt des Köpfchens zu einer einzigen trüben, körnigen oder körnig-fädigen Masse. In Köpfchen deren Inneres ganz oder deren periphere, den Körnerhaufen einschliessende Zone von zahlreichen radiären Fäden durchsetzt oder von Netzschichten eingenommen wird, war es auf Essigsäurezusatz zu Einbiegungen einzelner Fäden und zur Schrumpfung einzelner Abschnitte des Fadengerüsts gekommen, dagegen war eine Trübung des Inhalts der Maschenräume nicht eingetreten.

Nach 24 stündigem Einlegen von Blatt- und Blüthenstielen in durch Methylgrün gefärbten Spiritus hatten sich Körner, Netze und Gerüste in den Köpfchen wie das Plasma der Haarglieder schwach grün, die Kerne in den Köpfchen und in den Haargliedern mehr oder weniger dunkel grün gefärbt.

Da sich schon in eben angefertigten Präparaten Uebergangsformen fanden zwischen den nur einen Körnerhaufen mit Kern einschliessenden Köpfchen und denen, welche den Kern umschliessende Schichten granulirter Substanz oder Netze und Balkengerüste enthielten, ausserdem häufig vakuolisirte Körner zwischen den soliden wahrgenommen wurden, so lag die Vermuthung nahe, dass die granulirte Substanz wie Netze und Gerüste sich aus dem Material der Körner entwickelt haben möchten. Es wurden desshalb einzelne Köpfchen einer 1—3 Stunden lang fortgesetzten Beobachtung unterworfen. Als Zusatzflüssigkeit diente 1—2 proc. Zuckerlösung in derselben bleibt die Plasmaströmung in den einfachen Haaren

1—2 Stunden, wenn auch allmählig sich verlangsamend, im Gange und ist in einzelnen Haaren auch nach 3 Stunden noch nicht erloschen, während in den Drüsenhaaren das Plasma meist nur in einer grösseren oder geringeren Zahl der basalen Glieder und ausserdem nur in einzelnen der Endglieder in fliessender Bewegung begriffen ist, die meist etwas früher als in den einfachen Haaren erlischt, während gleichzeitig sich das Plasma zu Strängen, Fäden und Netzen verdichtet. Sowohl bei Anwendung von 1 als von 2 procentiger Lösung war die Strömung mitunter nur in den einfachen Haaren und auch nur in einer beschränkten Anzahl derselben im Gange.

Die Veränderungen, welche an den Körnern im Verlaufe der Beobachtungsdauer wahrgenommen wurden, bestehen in einem Wechsel ihrer Form, Grösse und ihres Brechungsvermögens, der Bildung von Vakuolen, dem Auftreten von Abschnürungs- und Theilungsvorgängen in ihrem Zerfall zu kleinen Körnern oder zu Körnchen und kurzen und feinen Fäden und in ihrem Verschmelzen zu umfangreicheren, unregelmässig begrenzten Gebilden oder zu einer homogenen oder granulirten Masse aus der sich nach ihrer Vakuolisirung oder ohne dass eine solche eingetreten ist, Netze oder ein derbes Fadengerüst entwickeln können.

1) In manchen Köpfchen verändern einzelne Körner fortwährend oder mit zeitweisen Unterbrechungen ihre Form und häufig auch ihre Grösse, bald langsam und kaum merklich, bald rasch und in ziemlich auffälliger Weise. Ein bei Ausgang der Beobachtung rundes Korn kann eine ovale, längliche oder birnförmige Gestalt annehmen, es kann durch seichtere oder tiefere Einschnürungen ein semmel- oder biskuitförmiges Aussehen erhalten, nach Schwinden der Einschnürungen eine polygonale Form annehmen, um sich schliesslich, unter Zu- oder Abnahme seiner ursprünglichen Grösse, wieder zu einem runden, ovalen oder birnförmigen Körper umzubilden. Dabei verlängern sich häufig die Ecken der Körner zu kurzen, zackigen oder stielartigen Fortsätzen die beim Uebergang in andere Formen wieder schwinden oder es entwickeln sich buckelartige Vortreibungen sowie einzelne derbere Fortsätze deren Dicke und Länge während der Beobachtung zu oder abnimmt, die wieder mit dem Körper des Korns unter Veränderung der Form des letzteren verschmelzen oder allmählig verblassen und schwinden. In anderen Fällen nimmt dagegen das Korn mehr und mehr an Grösse ab, es verblasst und schwindet schliesslich, während der Fortsatz sich verdickt, ein stärkeres Brechungsvermögen erlangt, zu einem selbst-

ständigen Korn anwächst, oder unter Verkleinerung oder völligem Schwund einzelner Körner vergrössern sich benachbarte. Während ihrer Form- und Grössenveränderungen zeigen die Körner auch einen Wechsel in ihrem Brechungsvermögen und dem entsprechend bald verschwommene, bald wieder deutlich vortretende Kontouren. Manche Körner schwinden nicht unter allmähligem Verblassen oder unter allmähliger Abnahme ihrer Grösse, sondern zerfallen zu kleineren Körnern oder zu Körnchen und zu sehr kurzen und feinen Fäden. Es kommt aber ausserdem auch zur Neubildung von Körnern in von homogener Substanz eingenommenen Lücken, wobei die letztere zunächst ein trübes, blassgranulirtes Aussehen annimmt und sich dann zu einem umschriebenen Körper verdichtet. — Wie schon aus diesen Beobachtungen hervorgeht, sind die Körner keine stabilen Gebilde, sie können abgesehen vom blossen Wechsel ihrer Form sich theilweise oder ganz verflüssigen und unter Aufnahme plastischen Materials aus der die Lücken erfüllenden Flüssigkeit oder aus der Substanz verflüssigter Körner an Umfang mehr oder weniger beträchtlich zunehmen und ebenso können aus dem flüssigen Plasma sich neue Körner entwickeln.

Die verschiedenen Formen der Körner sind in Fig. 51—54 wiedergegeben, der während der Beobachtung sich vollziehende Formenwechsel in Fig. 52 *a—g* und *i—n*, in Fig. 53 *a—d* und in Fig. 54 *a—g*.

Ganz analogen Veränderungen wie die Körner unterliegen auch die stabförmigen Bildungen die in bald nur beschränkter, bald in grösserer Ausdehnung sich verschmälern oder verdicken, buckelförmige Vortreibungen oder stielartige Fortsätze entwickeln, partielle Ausbiegungen erhalten und mitunter ganz schwinden während an anderen Stellen sich neue entwickeln oder bereits vorhandene unter sich oder mit den Körnern verschmelzen.

2) Während des Ablaufs ihrer Form- und Grössenveränderungen oder auch ohne dass solche wahrnehmbar waren, bilden sich in den Körnern häufig eine oder mehrere kleine, helle, rundliche oder ovale, seltener spaltförmige Vakuolen, die meist ziemlich deutlich eine sie umschliessende, im Durchschnitt ringförmige Schicht verdichteter, stärker glänzender Kornsubstanz erkennen lassen, nicht selten confluiren und unter Aenderung ihrer Grösse, Form und mitunter auch ihrer Lage bald während einer Viertelstunde oder auch länger sichtbar bleiben, bald schon kurze Zeit nach ihrem Auftauchen wieder schwinden (Fig. 50, 51 *b*, 52 *e* und *f*, 53 *c*, 54 *c* 60 *a* und *b*). Ziemlich häufig verflüssigt sich aber der

ganze Inhalt des Korns und es bleibt nur die periphere Schicht desselben unverändert, bildet eine im Durchschnitt ringförmige Hülle des ersteren. Im Verlaufe $^1/_4$—1 Stunde sind es bald nur einzelne Körner, welche vakuolisirt werden, bald eine grössere Zahl. Sehr häufig tauchen in der Vakuolenflüssigkeit oscillirende Körnchen auf oder es entwickelt sich in derselben ein kleines, meist blasses, den grössten Theil der Vakuole einnehmendes Korn, das, wie die Körnchen, mitunter nach einiger Zeit wieder schwindet. Es kann aber auch, ganz wie in den Körnern der Krebsblutkörper, der gesammte Vakuoleninhalt wieder stärker brechend und dunkler werden, so dass unter Schwinden der optischen Verschiedenheiten zwischen Hülle und Inhalt wieder ein solides Korn entsteht.

3) Während einzelne Körner sich vakuolisiren, aber auch wenn es nicht zur Vakuolenbildung kommt, sieht man an manchen Körnern und Stäbchen Theilungsvorgänge ablaufen oder sieht sie zu umfangreicheren, unregelmässig gestalteten Körpern verschmelzen. Die Einschnürungen führen mitunter zur Abschnürung eines kleineren Korns oder zur Zweitheilung des Korns (Fig. 52 *g* und *h*) die rasch und unter Verblassen seiner Kontouren vor sich geht. Die Stäbchen trennen sich in 2 oder mehr Stücke die sich abrunden oder sich wieder strecken und von neuem mit einander verbinden, in anderen Fällen dagegen, wie die Körner, sich verkleinern, schwinden oder zu einzelnen Körnchen sondern. In Fig. 55—59 sind die Formveränderungen und Differenzirungen abgebildet, welche stäbchenförmige oder derbfaserige Gebilde während der Beobachtung erfahren haben. Das stäbchenförmige Gebilde in Fig. 55 *a* erhält in *b* eine kleine Ausbiegung, in *c* schnürt sich das ausgebogene Stück ab und sondert sich in *d* zu 2 Körnern die in *e* wieder mit einander und mit dem Stäbchen verschmolzen sind. Von der hakenförmigen Faser *a* Fig. 56 schnürt sich in ihrer Mitte ein rundes Korn ab, so dass die zwei Schenkel frei zurückbleiben. Die rechte Zinke des gabelförmigen Stäbchens *a* Fig. 57 schnürt sich in *b* zu einem Korn ab das in *c* mit der linken Zinke wieder zu einer gekrümmten Faser verschmolzen ist, während sich jetzt von der letzteren der Stiel der Gabel abgeschnürt und 2 stumpfe Fortsätze am oberen Ende vorgetrieben hat. In *d* ist der Stiel mit neu angebildeten Fasern verschmolzen und schliesst mit denselben eine 4eckige Masche ein. Die untere Faser in *a* Fig. 58 wandelt sich erst in ein 4eckiges, dann in ein birnförmiges Gebilde um, die

obere sondert sich zu einem unteren Korn und zu darüber liegenden Fäserchen die in *c* zu 2 runden Körnern verschmolzen sind; in *d* ist das untere Korn mit dem mittleren zu einem kurzen knotigen Strang verschmolzen. Der faserige, ein Korn einschliessende Ring in *a* Fig. 59 hat in *b* oben und unten weite Lücken erhalten, seine linke Hälfte hat sich in der Mitte eingezogen, die rechte Hälfte ebenfalls ihre Form verändert und sich oben zu einem Korn verdickt; bei *c* hat die Maschenwand wieder eine andere Form und Beschaffenheit erhalten, die linke Hälfte des Rings hat sich zu 2 rechtwinklig umgebogenen Fasern gesondert, während das Korn rechts sich vergrössert und die nach abwärts von ihm abgehende Faser sich abgeschnürt und in ein kleineres Korn umgewandelt hat; bei *d* ist von der ursprünglichen Anordnung der Theile gar nichts mehr zu erkennen, da das centrale Korn sich getheilt hat und aus den Stücken des ursprünglichen fasrigen Rings sich 2 derbere, in je einen Fortsatz auslaufende Körner entwickelt haben die ein bogenförmiges Faserstück mit knopfförmigen Enden zwischen sich fassen.

Häufig lässt sich das Verschmelzen der Körner und Stäbchen zu grösseren, im Durchschnitt plattenförmigen oder länglichen, wurstförmigen, homogenen oder blassgranulirten Körpern beobachten die eine glatte oder durch feine, abgehende Fäden unregelmässige Begrenzung besitzen, auch häufig mit derberen, zackigen Vorsprüngen und Fortsätzen zwischen die Körner der Umgebung ausgreifen. Innerhalb dieser Körper sind Anfangs häufig noch die Grenzen der einzelnen, noch nicht völlig verschmolzenen Körner, wenn auch undeutlich, wahrzunehmen, während später aus der ganz gleichartig aussehenden Substanz sich von neuem Körner von anderer Form und Grösse aber von demselben Aussehen wie die vorher vorhandenen differenziren. Die weiteren Veränderungen sind den an einzelnen Körnern zu beobachtenden ganz analog. Die Körper verändern ihre Form treiben buckelförmige Prominenzen, strangförmige oder fädige Fortsätze vor, vergrössern sich unter Verschmelzen mit benachbarten Körnern oder nehmen an Umfang ab, theilen sich oder es schnüren sich kleine Portionen von ihnen ab die sich wieder, unter Zunahme ihres Brechungsvermögens, zu Körnern umgestalten können. Sehr häufig entwickeln sich, wie in den Körnern, Vakuolen, die ihre Stelle wechseln, mit einander verschmelzen und die Grösse eines Korns erreichen oder noch übertreffen, häufig auch Körnchen oder ein blasses Korn einschliessen (Fig. 51 *c*).

4) Bildung von Fadennetzen und von Gerüsten aus vakuolisirten Körnern wie aus der Substanz verschmolzener Körner.

In Köpfchen deren Körner zum grösseren Theil schon vakuolisirt waren oder sich erst während der Beobachtung vakuolisirt haben, können die Vakuolen geraume Zeit, 1—2 Stunden fortbestehen, ohne dass weitere Veränderungen eintreten, als dass einzelne Vakuolen schwinden oder sich neue entwickeln, während die blass granulirte Substanz zwischen den Vakuolen sich zu einzelnen zackigen Knoten und zu Strängen verdichtet deren Form und Brechungsvermögen sich im Verlaufe der Beobachtung ändert. Andere Male schwinden die Vakuolen allmählig unter Hinterlassung fein und gleichmässig granulirter Substanz, ziemlich häufig kommt es dagegen zu weiteren Umbildungen der aus Differenzirung ihrer Anfangs bläschenförmigen Hülle hervorgegangenen Theile. Die letztere erscheint zunächst nicht mehr in Form eines geschlossenen fädigen Rings, sondern zeigt Anfangs vereinzelte, dann zahlreichere und zum Theil weitere Lücken, sondert sich zu einzelnen Körnchen und zu Fadenstücken die sich zum Theil verdicken, mit denen der Wandung benachbarter Vakuolen verschmelzen und sich bald zur Bildung von eng- oder weitmaschigen Netzen, bald zur Bildung von derberen Fäden, Strängen und strahligen Knoten verbinden, welche vielfach anastomosiren und damit ein den Binnenraum des Köpfchens in grösserer oder geringerer Ausdehnung durchsetzendes Gerüst darstellen. Nach ihrer Bildung verändern Fäden, Stränge und Knoten häufig allmählig ihre Form und nehmen noch an Stärke zu. In anderen Köpfchen verschmelzen die Körner zunächst untereinander und mit den aus verschmolzenen Körnern bereits gebildeten Körpern zu einer homogenen oder mattgranulirten Masse aus der sich Netze, derbere Fäden, Knoten und Stränge entweder direkt differenziren oder es entwickeln sich zunächst in zunehmender Zahl Vakuolen, von denen die grösseren den doppelten-4fachen Durchmesser eines Kerns erreichen und unter Differenzirung der Vakuolenwandung kommt es nachträglich zur Bildung von Netzen oder von einem Gerüste. Die Bildung der Vakuolen geht mitunter so rasch vor sich, dass in wenigen Minuten der ganze Binnenraum des Köpfchens von denselben durchsetzt ist. Die Fäden von Netzschichten verschmelzen mitunter wieder untereinander und mit der Zwischensubstanz zu homogener oder zu fein und blass gra-

nulirter Substanz aus der sich später von Neuem Netze entwickeln können.

In Fig. 61 *b—d* sind die successiven Veränderungen des verzweigten, eine Vakuole einschliessenden Körpers *a* abgebildet. Seine Substanz hat sich in *b* zu zierlichen Netzen mit einzelnen weiteren Maschen differenzirt, die in *c* unter Hinterlassung von ein Paar Vakuolen und unter Veränderung der Form des Körpers wieder geschwunden sind. In *d* hat seine Masse durch Verschmelzen mit benachbarten Körnern sehr beträchtlich zugenommen und quer durch seine Mitte erstreckt sich eine neugebildete, nach den Rändern hin an Mächtigkeit zunehmende, in der Mitte von 2 Vakuolen eingefasste, neugebildete Netzschicht, deren Maschen gleichmässig weit und enger sind als in *b*.

Die Körner wie die aus ihrer Verschmelzung hervorgegangenen Körper sind nach den mitgetheilten Beobachtungen nicht nur befähigt ihre Form zu ändern, Fortsätze vorzutreiben und sich zu theilen während gleichzeitig häufig ein Wechsel in ihrem Brechungsvermögen nachweisbar ist, sondern können sich mit oder ohne Vakuolenbildung verflüssigen, zu kleineren Körnern und zu Körnchen zerfallen, während daneben häufig aus flüssigem oder fein granulirtem Plasma sich neue Körner oder diese und Stränge entwickeln. In manchen Köpfchen beschränken sich die Veränderungen auf diese Vorgänge, in anderen entwickeln sich Fadennetze von wechselnder Maschenweite, Fäden, Knoten und Gerüste aus der Substanz verschmolzener Körner oder aus der Hülle von Vakuolen, nachdem dieselbe sich zunächst zu körnigen und fädigen Theilen gesondert hat. Da nun schon im eben angefertigten Präparat sich sehr häufig neben Köpfchen mit ganz unveränderten Körnern oder ausschliesslich, Köpfchen finden deren Inneres eine ganz ähnliche Beschaffenheit zeigt wie das von Köpfchen deren Körner sich erst während der Beobachtung in der bezeichneten Weise verändert haben, so ist jedenfalls die Vermuthung sehr gerechtfertigt, dass diese Verschiedenheiten in den Befunden von frischen Präparaten zurückzuführen sind auf Vorgänge die sich in den Köpfchen vor Anfertigung des Präparats entwickelt hatten und den auf dem Objektträger beobachteten wenigstens analog sind.

Sowohl Köpfchen mit unveränderten Körnern als solche mit vakuolisirtem, feinkörnigem oder zu Fäden, Netzen und Gerüsten umgebildeten Inhalt, nehmen mitunter bleibend ein trübes, dunkles

Aussehen an, was wahrscheinlich auf den Eintritt des Absterbens des Zellinhalts zu beziehen ist.

Der Eintritt der bezeichneten Veränderungen des Köpfcheninhalts hängt von Bedingungen ab über welche sich Anhaltepunkte nicht gewinnen lassen. In einer Reihe von Schnitten deren Köpfchen mit wenigen Ausnahmen dicht von Körnern erfüllt waren, hatten dieselben im Verlaufe von 2—3 Stunden sich nicht in einem einzigen Köpfchen verändert. In anderen Schnitten hatte sich nur der Inhalt vereinzelter Köpfchen und wieder in anderen der Inhalt sämmtlicher Köpfchen umgebildet. Die Plasmaströmung in den Haargliedern bestand dabei bald fort, bald war dieselbe erloschen. Köpfchen mit bereits verändertem Inhalt wie solche deren Körner während der Beobachtung sich veränderten fanden sich häufiger an Drüsenhaaren von den Stielen der Blüthenknospen und Blüthen als an denen der Blattstiele. Köpfchen mit unveränderten Körnern fehlen häufig an den Schnitten von Stielen der Blüthen und Blüthenknospen ganz. In den Köpfchen der Haare von den Stielen welkender Blüthen findet sich vorwiegend homogenes oder blass granulirtes, häufig von Vakuolen durchsetztes Plasma mit Resten etwas derber körniger, den Kern umgebender Substanz, es scheinen hier die geformten Theile sich dauernd verflüssigt zu haben; dagegen machen es die überaus wechselnden Befunde von den Köpfchen der Haare an den Stielen der Blüthenknospen wahrscheinlich, dass unter dem Einfluss der in den Zellen thätigen Kräfte der Köpfcheninhalt während der Entwickelung der Blüthen sich nicht dauernd ändert, sondern dass sowohl geformte Theile sich verflüssigen als von Neuem sich bilden und kürzere oder längere Zeit persistiren.

Während der Umbildungen des Köpfcheninhalts behält die Mehrzahl der Kerne ihr blasses, homogenes oder zart und fein granulirtes Aussehen oder die Granulirung wurde nur eine deutlichere und dunklere. In manchen Kernen kommt es dagegen zur Bildung von Vakuolen oder auch zur Bildung granulirter, hie und da anastomosirender Stränge, die sich mitunter mit ähnlichen in der Umgebung des Kerns verbinden oder zu einzelnen undeutlich kontourirten derberen blassen Körnchen sondern.

Bei aller sonstigen Verschiedenheit der Objekte besteht doch insofern eine Aehnlichkeit im Verhalten zwischen den Körnern der Krebsblutkörper und denen in den Köpfchen der Drüsenhaare von P. als in den ersteren wie in den letzteren die Körner die Fähigkeit besitzen ihre Form zu ändern, sich zu theilen, mit einander

zu verschmelzen, sich mit oder ohne Vakuolenbildung zu verflüssigen, zu kleineren Körnern wie zu Körnchen zu zerfallen.

Bei dem Wechsel in der Beschaffenheit des Inhalts der Köpfchen, der Verflüssigung geformter Theile und der Bildung neuer die selber weitere Veränderungen eingehen können, ist von vorneherein die Annahme, dass es sich um einfache Quellungserscheinungen in Folge der Aufnahme wässriger Flüssigkeit handele, ausgeschlossen; ausserdem sind es sehr häufig nur einzelne Köpfchen deren Inhalt sich verändert, während er in einer grossen Anzahl Köpfchen von demselben Schnitt ganz unverändert bleibt, auch dann wenn als Zusatzflüssigkeit statt der Zuckerlösung Brunnenwasser benutzt worden ist. Dagegen kann natürlich die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass die veränderten Bedingungen unter welchen die Drüsenhaare sich befinden von Einfluss auf den Eintritt wie auf die Art und Schnelligkeit des Ablaufs der betreffenden Vorgänge sind.

Ganz ähnliche Veränderungen wie bei Anwendung einer 1—2proc. Zuckerlösung als Zusatzflüssigkeit lassen sich im Köpfcheninhalt auch dann wahrnehmen, wenn man die Schnitte in Fett (Wachssalbe) einbettet, indessen erhält unter diesen Umständen ein Theil der Zellen früher ein dunkles, trübes Aussehen als bei Anwendung der Zuckerlösung. Ist die Fettschicht nicht zu dick aufgestrichen, so können in den Köpfchen und den Haargliedern, wenn dieselben nicht von einer Luftschicht umschlossen sind, alle Einzelnheiten mit genügender Deutlichkeit wahrgenommen werden. Man überzeugt sich dann, dass der Köpfcheninhalt denselben Wechsel bezüglich seiner Beschaffenheit darbietet wie bei Anwendung der Zuckerlösung und dass er auch im Verlaufe von 1—2 Stunden den gleichen Veränderungen unterliegt. Auch hier sind es nur einzelne Köpfchen in welchen die letzteren sich entwickeln, während in anderen nach einiger Zeit die Körner und der übrige Köpfeheninhalt sich trüben ohne sich vorher erheblich verändert zu haben. — In den Endgliedern der Haare löst sich im Verlaufe einer Stunde das Plasma von der Wand ab, nachdem dasselbe eine granulirte Beschaffenheit erlangt hat und es tritt mit zunehmend deutlicher werdender Granulirung ein Kern vor, wenn von demselben vorher nichts zu sehen war. Die Plasmaströmung war schon unmittelbar nach Anfertigen des Präparats nur in ganz vereinzelten Gliedern noch im Gange um auch in ihnen bald zu erlöschen.

Leitet man inducirte Ströme bei einem Rollenabstand von 50—60 Mm. durch das Präparat so treten in manchen Köpfchen Veränderungen ein die den spontan entstehenden gleichen, sich aber viel rascher als die letzteren entwickeln.

1) In Köpfchen welche Körner, stäbchenförmige Gebilde oder daneben noch feinkörnige Substanz enthalten, sieht man mitunter schon nach 2—5 Sekunden langem, andere Male nach 10 Sekunden langem Einleiten der Ströme die Körner und Stäbchen sämmtlich oder theilweise miteinander zu einer homogenen oder blass und fein granulirten Masse verschmelzen. In derselben wie in von Anfang an vorhandener granulirter Substanz entwickeln sich einzelne Vakuolen, deren Zahl mitunter im Verlaufe der Beobachtung noch zunimmt, während aus der nicht vakuolisirten Substanz sich distinkte Körnchen und Fäden, knotige Bildungen, derbere, zum Theil verzweigte und anastomosirende Stränge oder Netze entwickeln. Die Vakuolenwand bleibt unverändert oder differenzirt sich allmählig zu denselben Bildungen wie die blass granulirte Substanz, so dass dann der Köpfcheninhalt ein schwammartig durchbrochenes Aussehen erhält. Diese Vorgänge laufen häufig innerhalb weniger Minuten ab, indessen ist mit ihrem Zustandekommen die Reihe der Veränderungen noch nicht abgeschlossen. Behält man einzelne Stränge oder Schichten netzförmiger oder körng-fädiger Substanz im Auge so sieht man dieselben unter Verkleinerung und Schwinden der Maschen und Interstitien sich im Verlaufe von 10—15 Minuten in derbe, solide, matt oder stärker glänzende Fasern, Balken oder in im Durchschnitt plattenförmige Gebilde umwandeln die häufig mit knotigen oder körnigen Auftreibungen besetzt sind.

Mitunter verschmelzen die Körner und Stäbchen nicht rasch nach Einleiten der Ströme miteinander sondern erfahren zunächst ähnliche Aenderungen ihrer Form, Grösse und Beschaffenheit, wie sie sich auch spontan, wenn auch träger entwickeln. Auffallend ist namentlich die Raschheit mit welcher sich mitunter die Formveränderungen, Abschnürungs- und Theilungsvorgänge vollziehen welche letztere so plötzlich und unvermuthet eintreten können, dass man nur die feine Trennungsspalte aber nicht ihre Entstehung wahrnimmt und das Korn wie entzwei gebrochen aussieht. Die weiteren Veränderungen des Köpfcheninhalts sind dann den eben angeführten entsprechend.

In manchen Köpfchen kommt es wohl rasch nach Einwirkung der Ströme zum Verschmelzen einer Anzahl Körner, zur Bildung

einer Anzahl Vakuolen in der aus verschmolzenen Körnern gebildeten Substanz, zum Schwund einzelner Körner während andere ein körniges Aussehen bekommen, es bleiben aber weitere Veränderungen aus.

In zahlreichen Köpfchen bleiben die Körner ganz unverändert auch wenn die Ströme bis 30 Sekunden lang oder noch länger eingewirkt hatten und mitunter hat sich von den Köpfchen mehrerer, gleichzeitig der Einwirkung derselben ausgesetzter Schnitte nicht ein einziges verändert, während andere Male ausser dem gerade als Beobachtungsobject dienende Köpfchen sich gleichzeitig auch der Inhalt anderer Köpfchen von Haaren des gleichen Schnitts in derselben Weise umgebildet hat. Das verschiedene Verhalten der Körner kann demnach nur von Verschiedenheiten in ihrer Beschaffenheit abhängig sein.

Wie nach spontanem Eintritt der Umbildungen so erhält der Köpfcheninhalt auch wenn dieselben sich unter dem Einfluss der Ströme entwickelt haben früher oder später ein trübes, dunkles Aussehen.

2) Köpfchen, welche feinkörnige, von mehr oder weniger zahlreichen Vakuolen durchsetzte Substanz enthalten verändern sich mitunter wenig oder gar nicht nach kürzerem oder nach bis 30 Sekunden lang fortgesetztem Einleiten der Ströme, andere Male treten schon nach kurzer Dauer derselben in der fein granulirten Substanz erst Körnchen deutlicher hervor die dann zur Bildung von körnigen, verzweigten, zum Theil anastomosirenden und mitunter sich allmählig verdickenden Knoten, Fäden und Strängen verschmelzen die sich zur Bildung eines Gerüstes oder von Netzen verbinden können. Eine Differenzirung der Vakuolenwand wurde nicht beobachtet.

3) Der Kern wird unter dem Einfluss der Ströme deutlicher und dunkler granulirt, sein Korn körnig, er erhält in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine Hülle, wenn eine solche nicht bereits vorhanden war und erscheint von den Körnern oder der körnigen Substanz in seiner Umgebung jetzt deutlicher durch schmale Spalträume getrennt, welche hie und da von feinen Fäden durchsetzt werden die von der Kernperipherie abtreten. Während im übrigen Köpfcheninhalt körnige Stränge und Schichten körnig-fädiger oder netzförmiger Substanz homogen werden, nimmt mitunter auch der Kern mehr und mehr ein homogenes, glänzendes Aussehen an, er ändert seine Form, erhält bauchige Vorsprünge oder zackige, in die Umgebung ausgreifende Fortsätze.

Sobald der Köpfcheninhalt sich getrübt hat ist er überhaupt nicht mehr zu unterscheiden.

Wie an den übrigen auf ihr Verhalten gegen die Ströme geprüften Objekten, so sind auch die Veränderungen welche der Köpfcheninhalt erfährt, qualitativ nicht wesentlich von denen unterschieden, welche sich spontan entwickeln; nur das Homogenwerden des Kerns unter Aenderung seiner Form wurde spontan nicht beobachtet und ausserdem hatten die homogenen Körper in welche sich mitunter Schichten körniger Substanz, Netzschichten und körnige Knoten und Stränge umwandeln, einen stärkeren Glanz als wenn sie spontan entstanden waren und veränderten sich nicht weiter. Charakteristisch für die Wirkung der Ströme ist somit nur der Umstand, dass in Köpfchen, deren Inhalt überhaupt zu Veränderungen befähigt ist, dieselben rasch eintreten und sich auch meist rasch bis zur Bildung von Netzen und Gerüsten weiter entwickeln.

Das Plasma der Endglieder der Drüsenhaare erhält unter dem Einfluss der Ströme eine zunehmend deutlicher vortretende Granulirung und in dem Anfangs nicht oder nur undeutlich abzugrenzenden blassen, homogenen Kern treten Körnchen auf, die allmählig deutlicher und dunkler werden, er erhält eine Hülle und zieht sich nachträglich, unter Aenderung seiner Form, etwas zusammen. Wenn dagegen die Glieder dicht gestellte blasse, undeutlich kontourirte Fäden und Stränge enthalten schwinden diese zunächst, das Plasma wird, mitunter unter Vakuolenbildung, homogen und erst dann tritt eine Granulirung des Zellinhalts ein. Die Anfangs feinen und blassen Körnchen des letzteren verschmelzen dann zu derberen, etwas glänzenden, häufig anastomosirenden Fäden und Knötchen, während gleichzeitig das Innere der Zelle sich aufhellt. Die Wandschicht des Plasma verdichtet sich zu einer theils körnigen, theils glatten Hülle von wechselnder Stärke die sich meist schon im Verlaufe von 5—10 Minuten von der Wand zurückzieht. Dass es auch beim Körnigwerden des Inhalts der Haarglieder sich nicht um eine blosse Gerinnung oder Verdichtung des plastischen Materials des Zellinhalts handelt, geht daraus hervor, dass in Gliedern mit blassen Fäden und Strängen sich diese erst zu homogenem Plasma verflüssigen und erst dann aus demselben sich Körnchen, Knoten und Fäden differenziren.

XVI. Spontan und nach Einleiten inducirter Ströme eintretende Veränderungen des Inhalts der Epithelzellen von den Kronenblättern der Blüthe von Coreopsis bicolor.

Die in den Papillen der Epithelzellen von den Kronenblättern der genannten Pflanze spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen sind zum Theil einzelnen der in den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium beobachteten ähnlich, aber noch überraschender durch ihren mitunter ausserordentlich raschen Ablauf. Als Zusatzflüssigkeit diente 1—2 proc. Zuckerlösung oder Quittenschleim.

Der Inhalt der Papillen im Bereiche der gelb gefärbten Abschnitte der Kronenblätter zeigt eine sehr wechselnde Beschaffenheit; die Papillen mancher Kronenblätter enthalten nur vollkommen homogene gelbe Flüssigkeit ohne alle geformten Bestandtheile und es treten solche auch bei fortgesetzter Beobachtung nicht auf, während man dieselben in Papillen von anderen Blättern derselben Blüthe oder in den Papillen der Blätter von anderen Blüthen sehr häufig, mitunter in der Mehrzahl der Papillen antrifft. Nach Grösse, Form und Färbung zeigen die Inhaltskörper eine wechselnde Beschaffenheit.

Es finden sich Papillen mit einem Inhalt von blassgelben, runden oder ovalen, seltener spindelförmigen Körnern die durchschnittlich die Grösse der Körner der Krebsblutkörper besitzen oder um das doppelte bis 3fache grösser sind und bald nur vereinzelt vorkommen, bald das ganze Innere der Papille ausfüllen. Daneben sind häufig kleinere Körner und Körnchen in wechselnder Menge vorhanden. Die meisten Körner sind homogen und matt glänzend, bei einzelnen sehr blassen ist das Brechungsvermögen nur sehr wenig stärker als das des flüssigen Zellinhalts; manche besitzen eine etwas stärker brechende Peripherie, andere schliessen eine Vakuole oder ein Paar Vakuolen ein. Hie und da finden sich in den Papillen sichelförmige Körper die aus vakuolisirten hervorgegangen zu sein scheinen, nachdem die Hülle sich zum Theil verflüssigt und sammt dem Vakuoleninhalt mit dem flüssigen Zellinhalt vermischt hat. Körner und Körnchen sind sehr häufig in oscillirender Bewegung begriffen. Nur selten und vereinzelt finden sich neben denselben noch feine blasse oder etwas derbere Fäden.

Andere Papillen enthalten neben Körnchen und den blassgelben Körnern aber auch beim Fehlen derselben vereinzelt oder zu mehreren umfangreichere und dunkler safrangelb oder bräunlich gefärbte, stärker glänzende, runde, ovale oder unregelmässig gestaltete Körper, die ebenfalls zum Theil homogen sind, zum Theil kleinere oder grössere Vakuolen einschliessen.

Spontan eintretende Veränderungen wurden an den blassgelben Körnern in manchen Zellen auch bei $^1/_4$ Stunde und länger fortgesetzter Beobachtung nicht wahrgenommen. In anderen Zellen wurde das Auftreten ziemlich lebhafter Bewegungen der Körner beobachtet, indem wechselnde Theile ihres Umfangs sich vorwölbten und wieder abflachten, ferner das Verschmelzen von Körnern und ziemlich häufig ein allmähliger Schwund derselben, indem sie, ohne ihr homogenes Aussehen zu verlieren oder nachdem sie eine blasskörnige Beschaffenheit erlangt haben, sich mehr und mehr verkleinern und ganz schwinden oder nur ein Paar feine Körnchen zurücklassen. Andere Male schwinden die Körner rasch aber nicht gleichzeitig und häufig nachdem zuvor benachbarte mit einander verschmolzen sind. Man sieht dann in Zellen die ziemlich dicht von Körnern erfüllt sind, wie ein Korn nach dem andern mit einem Ruck, plötzlich, und ohne Hinterlassung eines geformten Rückstandes schwindet, so dass nach Verlauf von ein Paar Minuten der Zellinhalt vollkommen homogen ist.

Ein ähnlicher Wechsel in der Beschaffenheit des Zellinhalts bezüglich der Bildung und Rückbildung geformter Theile, wie in den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium wurde nicht wahrgenommen, und da sich auch nicht feststellen liess, in wie weit durch Druck und die angewendete Zusatzflüssigkeit Veränderungen des Zellinhalts hervorgerufen werden, lässt sich über die Deutung der beobachteten Vorgänge nichts Bestimmtes aussagen.

In den meisten der grösseren, dunkler gefärbten Körper wurden spontan eintretende Veränderungen nicht beobachtet, in einzelnen schwanden vorhandene Vakuolen im Laufe von ein Paar Minuten oder ihre Substanz erhielt unter Aenderung der Form des Körpers eine feinkörnig-fädige Beschaffenheit. Formveränderungen traten aber auch ein, ohne dass der Körper seine homogene Beschaffenheit verloren hätte.

Auf Einleiten inducirter Ströme blieben die blassgelben Körner in manchen Zellen sämmtlich oder zum Theil

unverändert, während andere ein fein granulirtes Aussehen erhielten oder in ihnen sich eine Vakuole entwickelte, deren Wandung sich nachträglich zu einzelnen Körnchen sonderte. Manche Körner schwanden rasch und vollständig und ohne dass sie vorher vakuolisirt oder körnig geworden wären. Obschon die Ströme erst eingeleitet wurden nachdem für einige Minuten oder im Laufe einer Viertelstunde die Körner sich nicht verändert hatten, so kann doch der Eintritt der ihrem Einleiten folgenden Veränderungen nicht mit Sicherheit auf ihre Einwirkung bezogen werden, da ganz entsprechende und ebenso schnell sich entwickelnde Veränderungen auch spontan entstehen können. Die dunkler gefärbten Körner veränderten unter Einwirkung der Ströme zum Theil ihre Form, während aus ihrer homogenen Substanz sich feinere und derbere Körnchen und einzelne feine kurze Fäden differenzirten, so dass sie ein schwammartiges Gefüge erhielten. Mitunter bildeten sich auch einzelne scharf umschriebene Vakuolen.

Der flüssige Inhalt der Zellen bleibt sowohl in den körnerhaltigen als in den körnerfreien mitunter nach Einwirkung der Ströme ganz unverändert. Häufig scheiden sich dagegen in zunehmender Menge feine und blasse Körnchen aus, die zu grösseren und zur Bildung homogener oder granulirter Körper verschmelzen, welche ganz das Aussehen der in einem Theil der Zellen schon von Anfang an vorhandenen haben, zum Theil vakuolisirt werden und wie die neben ihnen noch vorhandenen Körnchen sich in lebhafter oscillatorischer Bewegung befinden die nach einigen Minuten erlischt. Im Laufe von 10 Minuten bis $^1|_2$ Stunde verkleinern sich allmählig die entstandenen Körner bis auf die Hälfte oder den dritten Theil ihres früheren Durchmessers oder bis auf feine Körnchen und schwinden mitunter vollständig, so dass das Zellinnere dann nur eine sehr blasse und feine, schwer erkennbare Granulirung darbietet. Einzelne der entstandenen Körner schwinden dagegen, nachdem sie $^1|_2$—1 Minute ganz unverändert geblieben, ganz plötzlich, wie mit einem Ruck, gerade so wie die von Anfang an vorhandenen, nicht unter dem Einfluss der Ströme entstandenen Körner.

XVII. Ueber Struktur der Epidermis- und Mesophyllzellen von Sanseviera carnea und über das Verhalten derselben zu physikalischen und chemischen Agentien.

Die Veranlassung zu einer genaueren Untersuchung der Strukturverhältnisse der Epidermiszellen und der Zellen des Mesophyll's der genannten Pflanze, ihrer wahrnehmbaren Lebenserscheinungen und ihres Verhaltens gegen chemische und physikalische Agentien gaben die auffälligen Veränderungen, welche geformte Theile des Zellkörpers und ein Theil der Kerne und der Chlorophyllkörper gegen die Einwirkung elektrischer Ströme darbieten. Rücksichtlich der Strukturverhältnisse der Zellen lieferten die gemachten Beobachtungen in allen Punkten eine Bestätigung der von mir früher über Plasmastrukturen wie über die Struktur der Kerne und der Chlorophyllkörper gemachten Angaben. Die Wahrnehmung der betreffenden Strukturverhältnisse erfordert auch nicht immer die Anwendung sehr starker Vergrösserungen, schon bei Anwendung einer nur 500fachen Vergrösserung lassen sich Beobachtungen machen, die mit Bestimmtheit auf das Bestehen besonderer Strukturverhältnisse hinweisen, wie dieselben auch an thierischen Zellen von mir zunächst ohne Anwendung einer stärkeren Vergrösserung nachgewiesen wurden. Unter den Kernen mit derberem, glänzenden Stroma finden sich, namentlich in den Epidermiszellen, ziemlich häufig solche deren Fäden und Knotenpunkte so derb und deren Maschen so weit sind, dass die Wahrnehmung der Netzstruktur sofort in die Augen fallen muss und ebenso kann man an vielen Kernen sich leicht und mit voller Bestimmtheit überzeugen, dass eine besondere, membranöse Kernhülle ganz fehlt, dass vielmehr die Kontourlinien nur durch Netzfäden gebildet werden die bei der Durchschnittsansicht des Kerns bald als geschlossener fädiger Ring vortreten, bald nicht.

Als Untersuchungsflüssigkeit diente 1procentige Zuckerlösung, in welcher die Schnitte Stunden lang unverändert bleiben und die Fähigkeit behalten, sich unter dem Einfluss inducirter Ströme in bestimmter Weise zu verändern.

Nach Beschaffenheit der Kerne, der Chlorophyllkörper und der geformten Theile des Plasma zeigen die Zellen sehr beträchtliche Verschiedenheiten.

Unter den Kernen lassen sich nach Brechungsvermögen,

Anordnung und Stärke ihrer Stromatheile 2 Hauptformen unterscheiden.

Es finden sich 1) Kerne mit sehr blassem, zarten Stroma die entweder nur blasse, gleichmässig dicht gestellte Körnchen von wenig wechselnder Feinheit oder neben denselben noch blasse, engmaschige Netze enthalten, deren Fäden und Knotenpunkte meist gleichmässig fein und deren Maschen meist gleichmässig eng sind. In manchen Kernen sind dagegen die Netze durch etwas grössere Dicke und Deutlichkeit ihrer Fäden und Knotenpunkte, einzelne Maschen durch grössere Weite ausgezeichnet; das körnige Aussehen tritt viel ausgesprochener in Kernen hervor, welche nur Körnchen enthalten als in Kernen oder Kernabschnitten wo die Körnchen nur die Knotenpunkte für die feinen und sehr kurzen Netzfäden bilden. Nur vereinzelt und nicht in allen Kernen finden sich längere, blasse und feine, das Kerninnere nach verschiedenen Richtungen durchziehende Fäden. Ein blasses, homogenes Kernkörperchen ist bald vorhanden, bald nicht. Neben runden oder ovalen Kernen kommen sehr häufig bauchig oder gestreckt spindelförmige, der Zellmembran meist ziemlich dicht anliegende vor und in den Zellen des Mesophylls erstrecken sich mitunter zapfen- oder kegelförmige Fortsätze des Kerns zwischen die ihn umgebenden Chlorophyllkörper. Dieselben zeigen auch nach Umwandlung des Kerninnern durch inducirte Ströme oder durch Säuren die gleiche Beschaffenheit wie der übrige Inhalt des Kerns und sind nicht zu verwechseln mit zipfelförmigen, dem Zellplasma zugehörigen und aus blassen Fäden bestehenden Anhängen des Kerns die wegen ihres ähnlichen Brechungsvermögens leicht als dem letzteren zugehörig angesehen werden können. Dagegen sondert sich der Kern von ihnen auf Säurezusatz wie bei Einleiten inducirter Ströme theils durch Bildung eines scharfen Kontours, theils durch die derbere Beschaffenheit und die andere Anordnung, welche die Theile seines Stromas unter diesen Verhältnissen erlangen. Von benachbarten Chlorophyllkörpern werden die Kerne durch schmale Spalten getrennt, in welche einzelne Körnchen oder kurze und feine Fäden prominiren, während andere Fäden die Spalten durchsetzen und Chlorophyllkörper und Kerne mit einander verbinden.

2) Kerne mit glänzendem, scharf gezeichneten und zum Theil derben Stroma.

Dieselben sind meist kleiner als die vorigen und besitzen sehr wechselnde Formen. Zum grossen Theil sind sie rund, oval

oder an beiden Polen zugespitzt, während andere theils bogenförmig theils geradlinig verlaufende, häufig auch unterbrochene Kontouren und mitunter eckige Vorsprünge besitzen. Einzelne Kerne, namentlich kleinere Formen, schliessen nur sehr feine und dicht gestellte, aber scharf vortretende Körnchen ein und auch ein Theil der grösseren Kerne enthält vorwiegend Körnchen und unregelmässig gestaltete, häufig mit zackigen Fortsätzen versehene Knötchen und Knoten aber nur in verhältnissmässig geringer Anzahl dieselben verbindende Fäden, während die letzteren in anderen Kernen in grösserer Zahl auftreten, geradlinig, bogenförmig oder im Zickzack verlaufen, kürzere und feinere zum Theil wieder gespaltene Reiser abtreten lassen, ohne sich aber zur Bildung geschlossener Netze zu verbinden. In zahlreichen Kernen treten dagegen die letzteren mit ausserordentlicher Deutlichkeit und Schärfe hervor und zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit nach Form und Weite ihrer Maschen wie nach Stärke der die Maschen einschliessenden Septa und ihrer Knotenpunkte. In manchen Kernen sind die Septa gleichmässig fein, die Maschen gleichmässig weit, in anderen sind in die Netze einzelne derbere Knotenpunkte und derbere, stärker glänzende fädige Stränge eingelassen die untereinander zum Theil zusammenhängend bald das Kerninnere nach verschiedenen Richtungen durchziehen, bald annähernd parallel von Pol zu Pol oder senkrecht zur Längsaxe von einer Seite zur anderen ziehen. Im letzteren Fall durchqueren sie mitunter nicht blos das Kerninnere sondern umspannen auch die Kernoberfläche, so dass dieselbe dann ein quergerippes Aussehen erhält. In einzelnen Kernen sind die Maschen so weit, dass ihr Durchmesser den eines Kernkörperchens erreicht oder noch um das Doppelte — Dreifache übertrifft und da auch die Septa dann relativ sehr derb und stark glänzend sind, kann die Netzstruktur schon bei Anwendung einer 500fachen Vergrösserung deutlich erkannt werden. Die weiten Maschen sind theils leer, theils enthalten sie feine Körnchen oder feine mit ihren Septen zusammenhängende Fäden die sich untereinander wieder zu sehr engmaschigen Netzen verbinden können. Ein Kernkörperchen ist nicht immer vorhanden, wo es sich findet liegt es als rundes oder unregelmässig gestaltetes Korn meist in einer grösseren Lichtung des Kerninnern.

Entsprechend der bald körnigen bald netzförmigen Beschaffenheit des Innern der blassen Kerne ist auch ihre Begrenzung theils eine körnige, theils eine fädige und sind im letzteren Fall die

feinen und blassen Kontourfäden hie und da durch Lücken unterbrochen. An manchen Kernen sind die fädigen Kontouren durch etwas grössere Derbheit ausgezeichnet und es scheint hier innerhalb der Oberflächennetze zu Verdickungen, möglicherweise auch zu Verschmelzungen der Septen von ganzen Netzabschnitten gekommen zu sein oder es haben sich nur zusammenhängende Bruchstücke der Septen zu derberen Fäden verdickt die zufällig in der Einstellungsebene verlaufen.

Die glänzenden Kerne mit derbem Stroma besitzen ebenfalls häufig keine besondere Hülle, das Oberflächennetz besitzt denselben Charakter wie die Netze des Kerninnern und gestattet, wenn seine Maschen weit genug sind, einen Einblick in das Kerninnere. Andere Male sind die Netze, oder, wenn diese fehlen, Körnchen und Fäden, knotige und strangförmige Bildungen in der Kernperipherie dichter gestellt als im Kerninnern und bilden eine besondere Kernhülle die mit den Theilen des Stromas Verbindungen in wechselnder Zahl eingeht. Sowohl beim Vorhandensein als beim Fehlen einer Kernhülle treten in der Kernperipherie in wechselnder Häufigkeit theils schmale, theils aber sehr weite Lücken auf; mitunter fehlt sogar eine fortlaufende fädige Begrenzung des Kerns im Bereiche des dritten Theils, der Hälfte oder selbst des grösseren Theils seines Umfangs und im Bereiche der Lücken enden dann die Fäden des Stroma ganz frei, wenn die Kerne in homogenes Plasma eingebettet sind. Der unterbrochene fädige Kontour des Kerns endet nicht immer an der Lücke, sondern biegt an der Grenze derselben mitunter aus, um als einzelner Faden sich in das umgebende Plasma fortzusetzen, in welchem er noch eine Strecke weit, in einer Ausdehnung die den Durchmesser des Kerns noch übertreffen kann, zu verfolgen ist. Die Kernhülle oder beim Fehlen derselben die peripheren Stromatheile hängen, wie die Peripherie blasser Kerne, vielfach mit einzelnen Plasmafäden oder mit den Fäden umgebender Netzschichten zusammen; aber auch mit Stromatheilen kommt im Bereiche der Lücken ein solcher Zusammenhang zu Stande, einzelne Fäden wie Netze des Kerninnern durchsetzen die Lücken und behalten jenseits derselben die gleiche Beschaffenheit wie im Kern oder setzen sich in parallele, gekörnte Fibrillen oder in Fäden fort die nach verschiedenen Richtungen verlaufen und in den zwischen ihnen bleibenden Lücken mitunter engmaschige Netze oder feine Fäden und Körnchen einschliessen.

Mitunter haben glänzende Kerne nur in der Peripherie oder

auch im Innern eine ganz oder fast ganz homogene Beschaffenheit angenommen und schliessen nur ein Paar kleine, mitunter körnchenhaltige Vakuolen ein. Nicht zu verwechseln mit diesen homogenen, aber matt oder stärker glänzenden Kernen sind andere runde, sehr blasse, nicht glänzende und ebenfalls homogene Kerne die in manchen Schnitten vereinzelt oder zu mehreren vorkommen, meist ein deutliches kleines Kernkörperchen einschliessen und ganz oder theilweise von einer im Durchschnitt fädigen Hülle begrenzt worden. Kleine runde oder spindelförmige Plasmakörper von ähnlichem blassen Aussehen haften mitunter ihrer Oberfläche an.

Hie und da finden sich blasse Kerne, welche in der Umwandlung zu glänzenden begriffen zu sein scheinen. Ihre Körnchen sind, wie es scheint, zum Theil verschmolzen und dadurch derber geworden, sind etwas auseinander gerückt und glänzender geworden; neben denselben finden sich mitunter Netze mit ebenfalls derberen, etwas glänzenderen Septa und weiteren Maschen und vereinzelt Maschen von ziemlich beträchtlicher Weite die mitunter ein centrales Korn einschliessen. Eine derbere Hülle hat sich bald gebildet, bald nicht. Für das Statthaben einer solchen Umwandlung sprach auch der Umstand, dass in Schnitten von Blättern, denen behufs der Untersuchung wiederholt Stücke entnommen worden waren, sich häufig die Zahl der glänzenden Kerne mehr oder weniger auffallend in der Nähe des Schnittrandes vermehrt hatte.

In ziemlich grosser Zahl wurden in der Umwandlung begriffene Kerne an Schnitten beobachtet die unter Fettabschluss 24—36 Stunden in 1 proc. Zuckerlösung gelegen hatten. Unveränderte blasse Kerne waren in denselben fast gar nicht mehr vorhanden, ein Theil der übrigen zeigte das eben beschriebene Aussehen oder dieselben hatten mit dem Auftreten derberer und glänzender Fäden, Stränge und Knoten schon mehr das Aussehen glänzender Kerne erhalten. Die noch in der Umbildung begriffenen Kerne reagiren lebhaft auf inducirte Ströme und wandeln sich unter dem Einfluss derselben sofort in glänzende Kerne um. In anderen Kernen treten zwar auch derbere, mattglänzende Stromatheile hervor, dieselben sind aber undeutlich, verschwommen und verschmelzen, unter häufig sehr beträchtlicher Grössenabnahme eines oder beider Kerndurchmesser, zu homogener Substanz. Die Kerne erhalten erst in der Peripherie, dann aber auch in den centralen Abschnitten ein ganz homogenes Aussehen und mitunter

unregelmässige, durch kleine Einkerbungen unterbrochene Kontouren, sind ganz blass oder besitzen einen matten Glanz. Auf Einwirkung inducirter Ströme verändern sie sich dann nicht mehr, oder es treten nur kleine, in den centralen Partien noch sichtbare Körnchengruppen etwas schärfer vor.

Ob schon innerhalb der kurzen Zeit zwischen Anfertigung und Einstellung des Schnitts eine Umwandlung blasser Kerne in glänzende stattfinden kann, muss dahin gestellt bleiben.

Bewegungen der Kerngerüste wurden, wie bereits erwähnt, nur einmal, an einem langsam in einer Epidermiszelle in der Richtung der Zellaxe fortrückenden Kern wahrgenommen; dieselben vollzogen sich langsam, aber stetig für geraume Zeit. Der bei Beginn der Beobachtung runde Kern flachte sich zunächst an der einen Seite unter Bildung einer geradlinigen Kontourlinie ab, so dass es aussah als sei ein Segment von ihm abgetrennt worden, wurde wieder rund, dann länglich und nahm unter zunehmender Streckung die Form eines Halbmonds an, während gleichzeitig die Netzfäden des Innern sich zu längeren und derberen, mehr oder weniger parallel von einem Pol zum andern verlaufenden Fäden auszogen. Darauf verblasst das relativ derbe Innengerüst, wird feiner, dichter und weniger glänzend, während gleichzeitig die Kontourfäden an Dicke zunehmen; die convexe Seite des Kerns wölbt sich dann mehr nach Aussen vor, die entgegengesetzte, bisher schwach concave bekommt einen geradlinigen Kontour und gleichzeitig runden sich die Spitzen des Kerns ab, während die Fäden seines Innern, etwas voneinander rückend, mit den von ihnen umschlossenen Maschen wieder deutlicher vortreten. Jetzt nimmt auch entlang des eben noch geradlinigen, in Form eines derben Fadens vortretenden Kontourabschnitts der Kern an Umfang zu, der fädige Kontour sondert sich zu einzelnen derberen und feineren Partikeln während die Kerngrenze weiter hinausrückt und ein neuer, feinerer fädiger Kontour entsteht dessen Innenrande noch einzelne der Partikel anhaften die aus der Differenzirung der vorher vorhandenen hervorgegangen sind. Der Kern hat jetzt wieder eine ovale Form erhalten und sein Inneres ist theils dicht körnig-fädig, theils deutlich netzförmig. — Wie bei den Kernen der Krebsblutkörper mit veränderlichem Stroma handelt es sich demnach auch hier um Verdickung und Verdünnung, Glänzendwerden und Verblassen, um das Eingehen und Lösen von Verbindungen, um Sonderung zu Körnchen, völliges Schwinden und um Neubildung von Stromatheilen, Vorgänge die

mit ihrem Ablauf gleichzeitig auch den Wechsel in der Form des Kerns bedingen.

Mehrere Male wurde das rasch oder im Verlaufe von einer Minute oder von ein Paar Minuten sich vollziehende Verblassen und Homogenwerden glänzender Kerne beobachtet. Die Fäden verlieren ihren Glanz, ihre scharfen Kontouren, bekommen ein verschwommenes Aussehen und scheinen miteinander zu verschmelzen, so dass das Kerninnere ganz oder zum grossen Theil homogen wird und nur stellenweise noch ein körnig-fädiges Aussehen darbietet. Der homogene Kerninhalt besitzt dann ein kaum merklich stärkeres Brechungsvermögen als der umgebende flüssige Zellinhalt und grenzt sich von dem letzteren nur beim Vorhandensein einer stärker brechenden Hülle deutlich ab. Einmal vollzog sich die Umbildung eines glänzenden Kerns unter plötzlicher, ruckweiser Zusammenziehung desselben, der grösste Theil seines Innern wurde unter Bildung mehrerer spaltförmiger Vakuolen homogen, während in dem nicht homogen gewordenen Abschnitt die Stromafäden sich zu einzelnen Körnern differenzirt hatten. Immer waren es nur vereinzelte Kerne, an denen das Homogenwerden wahrgenommen wurde und auch in Schnitten die stundenlang in der Zuckerlösung gelegen hatten war häufig nicht ein einziger homogener, blasser, nicht glänzender Kern zu finden. Das blosse Verblassen und Schwinden der Stromatheile hat viel Aehnlichkeit mit dem Verblassen und Schwinden scharf gezeichneter Netze in Zellen mit Plasmaströmung, dagegen trug das plötzliche Verschmelzen der Stromatheile unter Eintritt einer ruckweisen Contraktion einen wesentlich anderen Charakter.

Wie die Kerne so zeigen auch die Chlorophyllkörper nach ihrer Grösse, Form und Beschaffenheit beträchtliche Verschiedenheiten. Schon bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen fallen 2 verschiedene Formen derselben in die Augen, kleinere, scharf kontourirte, gesättigt grün gefärbte und grössere, nicht scharf begrenzte, heller grün gefärbte. Sehr häufig alterniren an demselben Schnitt in dem Mesophyll Zellgruppen und Reihen mit scharf kontourirten Chlorophyllkörpern mit anderen, welche nicht scharf kontourirte einschliessen.

Die scharf kontourirten Chlorophyllkörper sind rund oder zum Theil auch polygonal oder ihre Kontouren werden sehr unregelmässig in Folge des Auftretens von rundlichen oder zackigen Prominenzen. Sie besitzen ein ausserordentlich dichtes Gefüge, so dass sie nur ein fein punktirtes oder ein schraffirtes

Aussehen darbieten, während eine netzförmige Zeichnung mit äusserst engen Maschen nur in den seltensten Fällen wahrgenommen werden konnte. Einzelne Chlorophyllkörper werden von einem zarten, in Form eines fädigen Rings vortretenden Saum geformten, ungefärbten Protoplasmas von wechselnder Dicke dicht umschlossen. Derselbe wird nach Zusatz von etwas Essigsäure deutlicher sichtbar und zeigt dann auch an manchen Chlorophyllkörpern Unterbrechungen sowie Ablösungen von ihrer Peripherie. Die Unterbrechungen treten bald nur in geringer, bald in grösserer Ausdehnung hervor und im Bereiche der schmalen, benachbarte Chlorophyllkörper trennenden Spalten fehlt der Saum bald nur entlang der Grenzlinie des einen, bald entlang der Grenzlinie beider Chlorophyllkörper und im letzteren Fall können die Säume die Spalte an ihrem einen oder anderen Ende überbrücken, von dem einen Chlorophyllkörper sich direkt auf den anderen fortsetzen, während in die Spalte zwischen beiden sehr kurze, von ihrer Peripherie sich ablösende Fäden frei einragen. Auch an vereinzelt liegenden Chlorophyllkörpern fehlt der fädige Saum mitunter in grösserer Ausdehnung, bis zur Hälfte ihres Umfangs, und setzt sich an seinem einen oder anderen Ende mitunter in einen frei in die Umgebung auslaufenden Faden fort; entlang des nicht von ihm umschlossenen Abschnitts des Chlorophyllkörpers sieht man von der Peripherie des letzteren einzelne sehr feine und kurze Fäden vorragen.

Die meist verhältnissmässig grossen, nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper besitzen ein lockeres, bald nur körnig-kurzfädiges, bald in grösserer oder geringerer Ausdehnung netzförmiges Gefüge und schliessen in wechselnder Zahl etwas derbere, mehr glänzende, aber nicht scharf kontourirte Körnchen und Knotenpunkte, sowie längere und derbere gerade, gebogen oder zickzackförmig verlaufende Fäden ein die mit den letzteren zusammenhängen. In ihrem Innern tauchen hie und da einzelne weitere Lücken auf, in denen sich blasse, ungefärbte Fäden und Körnchen finden, andere schliessen in der Peripherie oder im Innern vereinzelt eingestreute, verhältnissmässig weitmaschige und mitunter nicht ganz geschlossene Septen ein und einzelne Chlorophyllkörper bestehen ganz oder vorwiegend aus relativ derbfädigen und weitmaschigen Netzen, deren Maschen den Durchmesser eines Kernkörperchens erreichen oder noch übertreffen. Von den in der Peripherie gelegenen, aber noch ganz dem Chlorophyllkörper zugehörigen Maschensepten waren einzelne ungefärbt. Von der

ganzen Peripherie der Chlorophyllkörper treten theils nur sehr kurze, theils etwas längere, bald gefärbte, bald ungefärbte Fäden ab und verschwinden im umgebenden Plasma, wenn sie nicht mit geformten Theilen desselben zusammenhängen. Im Ganzen sind die nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper nicht blos durch die grössere Derbheit ihrer Körnchen und Fäden und das häufigere Vortreten eines netzförmigen Gefüges von den scharf kontourirten unterschieden, sondern auch dadurch, dass nicht netzförmig verbundene Körnchen und Fäden viel lockerer zusammenliegen, häufig durch weitere Lücken von einander getrennt sind und auch dann, wenn sie ein etwas glänzendes Aussehen besitzen doch nicht scharf vortreten. Häufig sieht es aus, als seien die das Stroma constituirenden Theile gequollen, unter Lösung eines grossen Theils ihrer Verbindungen auseinander gefallen und von einander abgerückt, so dass überall nur Bruchstücke der Baumaterialien vortreten und dem entsprechend auch der Kontour kein fortlaufender mehr ist.

In einer Zelle des Mesophylls wurde der plötzlich erfolgende Eintritt einer Quellung der kleinen, scharf umschriebenen, wandständigen Chlorophyllkörper wahrgenommen. Dieselben vergrösserten sich so rasch, dass sie nach wenigen Sekunden die Lichtung der Zelle fast ganz ausfüllten und hatten mit der Quellung ganz dieselbe Beschaffenheit erlangt, wie sie die nicht scharf kontourirten, grösseren Chlorophyllkörper darbieten und wie sie die scharf kontourirten sonst nur nach Einwirkung inducirter Ströme annehmen. Dem entsprechend hatten sie auch ihre scharfen Kontouren verloren und längs ihres Umfangs ragten vielfach Körnchen und feine, kurze Fäden frei in das umgebende Plasma ein. In derselben Zelle hatte sich vor Eintritt der Schwellung der Chlorophyllkörper innerhalb des bis dahin homogenen Plasmas eine feine Spalte gebildet und längs des Spaltrandes sich das Plasma zu einer im Durchschnitt in Form eines fädigen Saums vortretenden Grenzschicht verdichtet die sich dann zu einzelnen blassen Körnchen sonderte. Es waren demnach hier im Plasma und in den Chlorophyllkörpern Vorgänge entgegengesetzter Natur abgelaufen, in dem ersteren, wenn auch nachweislich nur in sehr beschränkter Ausdehnung, ein Verdichtungsprozess mit Abgabe wässriger, die Spalte erfüllender Flüssigkeit, in den letzteren eine beträchtliche Quellung.

Die beiden Formen der Chlorophyllkörper waren in den

Schnitten auch dann vorhanden, wenn als Zusatzflüssigkeit nicht Zuckerlösung sondern Mohnöl benutzt wurde.

Die geformten Theile des Zellplasmas zeigen rücksichtlich ihrer Beschaffenheit und Anordnung ein noch wechselnderes Verhalten als die Kerne und die Chlorophyllkörper. Dieselben treten auf:

1) In Form von einfachen Netzlamellen und von dickeren Netzschichten. Die ersteren sind entweder sehr engmaschig und feinfädig und bieten, da die Maschen rund oder oval sind, ein siebförmiges Aussehen dar, oder die Maschen sind weiter, ihr Durchmesser schwankt zwischen dem eines derben Kernkörperchens und dem eines Chlorophyllkörpers und die meist derberen, runden, ovalen oder polygonalen, blassen oder etwas glänzenden Septa schliessen nicht selten kleine Gruppen engerer Maschen ein. Derartige Netzlamellen finden sich hie und da frei im Zellinnern, häufiger in der Umgebung der blassen wie der glänzenden Kerne und der Chlorophyllkörper und hängen mit den peripheren Stromatheilen derselben und mit der Kernhülle unmittelbar zusammen. Dickere Netzschichten besitzen meist enge Maschen oder solche von mittlerer Weite und ihre Septen sind entweder blass, zart und fein oder im Verhältniss zur Maschenweite derb, etwas glänzend und scharf gezeichnet.

2) Vorwiegend in der Umgebung der blassen Kerne und häufiger in den Epidermiszellen als in den Zellen des Mesophylls finden sich blasse, nicht scharf begrenzte runde oder spindelförmige Gebilde wie blasse Stränge und Fäden die mit der Kernperipherie sehr häufig zusammenhängen.

Die runden oder spindelförmigen Klümpchen homogener Substanz haften der Oberfläche der blassen Kerne mitunter in so grosser Zahl an, dass sie im Durchschnitt eine kranzartige Einfassung derselben bilden. Sie besitzen häufig einen blassen, fädigen, mehr oder weniger weit in das Zellinnere reichenden Fortsatz, andere Male entsenden sie 2 Fortsätze von denen der eine mit dem Kern zusammenhängt. In Zellen, welche zahlreiche Spindeln einschliessen ist meist nur ein Theil derselben um den Kern gruppirt, andere befinden sich frei im Innern der Zelle und erstere wie letztere sind nicht selten durch Fäden untereinander verbunden. Das Brechungsvermögen der Spindeln ist nicht stärker als das des Stromas der blassen Kerne, häufig schliessen dieselben aber ein grösseres, rundes, etwas stärker brechendes und meist nicht scharf begrenztes Korn ein oder ein Paar kleinere schärfer

abgegrenzte, etwas glänzende Körnchen. Das Korn wie die Körnchen zeigten keine Jodreaktion, dagegen färbten sich einzelne der homogenen Klümpchen auf Behandlung mit Jod und Schwefelsäure blau.

Von den Polen blasser, ovaler oder spindelförmiger Kerne erstrecken sich in den Epidermiszellen nicht selten Anhänge von blassen Fäden und Strängen in der Richtung der Zellaxe mehr oder weniger weit nach den Zellenden oder durchsetzen die Zelllichtung in querer oder schräger Richtung, wenn sie nicht mit den Kernen zusammenhängen. An der Verbindungsstelle der Stränge mit der Peripherie des Kerns erscheint der Kontour des letzteren häufig unterbrochen, indem einzelne Fäden von der Kernperipherie sich ablösen und sich in die homogene Substanz der Stränge einsenken. Mitunter sieht man an den letzteren einzelne Körnchen abfliessen.

3) Nur in den Epidermiszellen finden sich dünnere oder dickere Schichten relativ derber, mitunter mit einzelnen Körnchen besetzter, etwas glänzender Fibrillen. Dieselben durchflechten sich theils indem sie hie und da Anastomosen miteinander eingehen, theils verlaufen sie gerade, parallel und dicht nebeneinander. Kleine Bündel derselben weichen hie und da etwas von einander und in den dadurch gebildeten etwas weiteren Spalten werden vereinzelte Körnchen und einzelne kurze Fäden sichtbar. Der fibrilläre Charakter verliert sich mit abnehmender Länge der einzelnen Fibrillen und indem neben parallelen immer zahlreicher kürzere und nach verschiedenen Richtungen orientirte, zum Theil untereinander verbundene Fäden vortreten.

4) Ebenfalls nur in einzelnen Epidermiszellen sind Schichten oder Schollen blasser, feinkörniger, feinkörnig-kurzfädiger oder feinstreifiger Substanz enthalten. Dieselben erhalten längs eines grösseren oder geringeren Theils ihres Umfangs häufig eine scharfe Begrenzung durch relativ derbe, glänzende, fädige Kontouren und werden mitunter auch durchzogen von einem Reiserwerk derberer, etwas glänzender, gerade, gebogen oder zickzackförmig verlaufender und hie und da anastomosirender Fäden. Die kurzen, innerhalb der feinkörnigen Substanz befindlichen Fäden hängen zwar mit den Körnchen vielfach zusammen, bilden aber keine Netze.

Die an einzelnen Fäden, an Fadenringen sowie an manchen der grösseren Septa von Netzlamellen wahrgenommenen Bewegungen und Formveränderungen entsprechen ganz den von mir an den

gleichen Theilen in Zellen mit strömendem Plasma beobachteten. Dieselben wurden erst dann nicht mehr beobachtet, wenn Fäden und Septa in Folge der Einwirkung von Säure ein körniges Aussehen erlangt hatten. So lange dies nicht der Fall war blieben sie auch dann noch wahrnehmbar, wenn der Kern bereits eine Umwandlung erfahren hatte.

1) Veränderungen der Kerne, der Chlorophyllkörper und der geformten Theile des Plasma unter der Einwirkung inducirter Ströme.

1) Veränderungen der Kerne.

Während und nach kurz dauernder Einwirkung der Ströme verändern sich die glänzenden Kerne überhaupt nicht. Erst wenn die Ströme $\frac{1}{2}$ Minute lang oder länger eingeleitet worden sind verdicken sich bei einem Theil der Kerne die Stromatheile und verschmelzen allmählig zu compakten Massen welche den grössten Theil des Kerninnern ausfüllen und nur eine grössere oder geringere Zahl von Lücken und Spalten frei lassen. Die Kerne sind dann denen ganz ähnlich, welche schon im unveränderten Präparat eine ganz oder theilweise homogene Beschaffenheit darbieten und einen matten Glanz besitzen. Während des Homogenwerdens verkleinert sich die Mehrzahl der Kerne nicht merklich, bei anderen nehmen die beiden Durchmesser nur um $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{6}$ ihrer ursprünglichen Länge ab.

Die in den blassen Kernen eintretenden Veränderungen sind ausserordentlich auffallend und überraschend; bei vielen Kernen genügt schon eine momentane Einwirkung der Ströme oder ein einziger Oeffnungsschlag, um den Eintritt und Ablauf der Veränderungen hervorzurufen, während andere weniger rasch reagiren und sich langsamer umbilden.

Der Kern ändert meist unmittelbar nach Schliessung der Leitung seine Form und Beschaffenheit und sehr häufig auch seine Lage, rückt von der Zellwand oder von der Stelle welche er im Zellinnern eingenommen hat, ganz fort oder dreht sich nur um seine Axe, so dass der vorher der grösseren Zellaxe parallele Durchmesser quer oder schräg zur letzteren gestellt wird. Gleichzeitig kommt es an ovalen und spindelförmigen Kernen zu einer mehr oder weniger beträchtlichen Dickenzunahme mit Verkürzung ihres Längendurchmessers, weiterhin zu einer auffallenden Verkleinerung der Kerne und während dieser Vorgänge ändert sich

ihre Struktur in so auffallender Weise, dass man sie nach Ablauf derselben nicht wieder erkennen würde, wenn man sie nicht im Auge behalten hätte. Während und nach der Dickenzunahme des Kerns befindet sich derselbe mitunter in einer auf- und abwogenden Bewegung, er dehnt sich einmal oder mehrere Male rasch hintereinander, in seinem ganzen Umfang oder im Bereiche eines Theils desselben etwas aus, um sich unmittelbar darauf wieder zusammenzuziehen. Schon während der Kern seine Form und Lage ändert sind die Körnchen und Netze seines Innern derber, deutlicher und etwas glänzender geworden und unmittelbar nachdem die anfänglich eintretenden Formveränderungen sich vollzogen haben kommt es zu weiteren, tiefer greifenden Umbildungen des Stromas die ihrerseits neue Formveränderungen des Kerns und eine Verkleinerung desselben zur Folge haben.

Um die Vorgänge im Einzelnen so weit als möglich verfolgen zu können, ist es zweckmässig schwächere Ströme anzuwenden und dieselben nur momentan einwirken zu lassen. Man sieht dann in einer Anzahl Kerne die Körnchen zunehmend derber und glänzender werden und zwischen ihnen in wechselnder Zahl sehr kurze, zum Theil mit ihnen zusammenhängende Fäden vortreten, die ebenfalls derber und glänzender sind als die vorher vorhandenen. Körnchen und Fäden rücken, während der Kern sich verkleinert, dichter zusammen und verschmelzen zur Bildung von homogener, mattglänzender, einzelne Vakuolen einschliessender Substanz. In anderen Kernen wird das Gefüge ausgeprägt fädig, ohne einen deutlichen netzförmigen Charakter zu erhalten. Die Theile des ursprünglichen, blassen Stromas verschmelzen theils zu feinen, glänzenden Fäden, theils zu einer Anzahl derber, glänzender Knoten und Stränge, es bildet sich eine grössere, ein kernkörperchenartiges Korn einschliessende Vakuole und nachträglich rücken, ebenfalls unter Verkleinerung des Kerns, seine Stromatheile dichter zusammen, verdicken sich, oder verschmelzen ebenfalls, indem sie wieder undeutlich werden, zu einem ganz oder theilweise homogenen, einige Spalten und Lücken einschliessenden Körper. Noch viel auffallender sind die Umbildungen des Stromas in den zahlreichen Kernen, welche während, meist aber erst nach ihrer Formveränderung, ein deutlich netzförmiges Gefüge, mit scharf gezeichneten, lebhaft glänzenden Septen, Knoten und Strängen erhalten. Nach Form und Weite der Maschen, Derbheit der Septen und ihrer Knotenpunkte, dem Vorhandensein oder Fehlen derberer, in die Netze eingelassener fädiger Stränge, finden sich ganz diesel-

ben Verschiedenheiten wie in den schon vor Einleiten der Ströme glänzenden Kernen, denen überhaupt die welche erst unter dem Einfluss der Ströme ein glänzendes fädiges oder netzförmiges Stroma erhalten haben, so sehr gleichen, dass es ganz unmöglich sein würde dem blossen Aussehen nach zu entscheiden, ob ein Kern erst unter dem Einfluss der Ströme ein glänzendes Stroma erhalten, oder dasselbe schon vorher besessen hat. Innerhalb der Netze findet sich auch hier häufig eine grössere, ein Kernkörperchen einschliessende Lücke und ebenso kommt es bei zahlreichen Kernen nachträglich zu einer allmähligen, langsamen Verkleinerung derselben unter Verdickung, Aneinanderrücken und schliesslichem Verschmelzen ihrer Theile zu homogener oder undeutlich körnig-fädiger Substanz die bald nur die peripheren, bald auch die centralen Theile des Kerns einnimmt. Mitunter erfolgt die Verkleinerung des Kerns, während oder bald nach Entwicklung des glänzenden Stromas, unter einer einmaligen, oder wiederholten, ruckweisen Contraktion desselben, worauf er sich langsam und stetig noch weiter verkleinert, bis er in grösserer oder geringerer Ausdehnung homogen geworden ist. Wiederholt hatten die Kerne mit ihrem Glänzendwerden auch eine deutlich blassgelbe Färbung angenommen.

Bei der Bildung von Kernen die vorwiegend derbere Körnchen oder diese und glänzende Fäden in dichterer Stellung enthalten, scheinen die Umbildungen des blassen Stromas bei Weitem nicht so durchgreifend als bei der Entstehung glänzender Netze. Die Maschen der letzteren sind zum grösseren Theil beträchtlich weiter als die der blassen Netze und schliessen mitunter auch an den Polen oder in den centralen Partien einzelne grössere, nur vereinzelte Knoten oder Körner enthaltende Lücken ein, es ist also zu einer sehr ungleichmässigen Vertheilung der das glänzende Stroma bildenden Substanz gekommen, wie dieselbe auch sehr auffallend an manchen Kernen vortritt, deren ganze centrale Partien sehr arm an geformten Theilen sind, während in ihrer Peripherie sich dichter gedrängte, derbe und vielfach zusammenhängende Knoten und Fäden finden. Ausserdem sind häufig zwar die neugebildeten, glänzenden Stromatheile in bestimmter und mehr oder weniger regelmässiger, aber doch in ganz anderer Weise angeordnet als die feinen und blassen Stromatheile der blassen Kerne. So verlaufen die derberen Stromafäden mitunter vorwiegend quer, von einer Seite des Kerns herüber zur anderen oder ziehen, mehr oder weniger der Längsaxe parallel, von einem

Pol zum andern und begrenzen in beiden Fällen gestreckte Maschen. Da nun die blassen Kerne ein durchaus gleichartiges, dicht- und feinkörniges oder gleichmässig zart und fein genetztes Gefüge darbieten so müssen ihre Körnchen und Septa, während sie eine Umwandlung in stärker brechende Substanz erfahren, zum grossen Theil theils unter einander verschmolzen sein, theils sich aus ihrem alten Zusammenhang gelöst haben und von einander abgerückt sein; die Wahrnehmung dieser Vorgänge wird aber sehr dadurch erschwert, dass gleichzeitig auch der Kern im Ganzen seine Form ändert. Das Statthaben von Verrückungen der Körnchen, ihr Verschmelzen zu derberen Körnchen, zu kleinen, unregelmässig gestalteten Körnern wie zu Fäden und zu fädigen Strängen hatte sich auch durch die direkte Beobachtung constatiren lassen, ebenso der Eintritt von Veränderungen der Form einzelner weitmaschiger blasser Septa und eine ungleich starke Verdickung der an ihrer Zusammensetzung betheiligten Fäden und Knotenpunkte. Durch diese Verdickung wird der Raum für die umschlossene Masche wie für die angrenzenden Maschen verengt und da es ausserdem gleichzeitig zu Abschnürungen einzelner Septafäden kommt und zum Verschmelzen anderer untereinander oder mit Knotenpunkten, so schwinden die Septa als solche in grösserer oder geringerer Ausdehnung und an ihrer Stelle treten derbere, knotige, mit kleinen Fortsätzen versehene Gebilde hervor. Es scheint aber ausserdem das glänzende Kernstroma nicht ausschliesslich aus einer blossen Umbildung des blassen hervorzugehen, sondern in manchen Kernen zum Theil neugebildet zu sein nachdem vorher Theile des ursprünglichen Stroma ganz mit einander verschmolzen sind. Bei einer Anzahl Kerne schwindet nämlich das alte Stroma gänzlich und das neue wird in der ganzen Ausdehnung des Kerns aus der homogenen Substanz gebildet, welche aus dem ersteren hervorgegangen ist. Nachdem die Körnchen und Netze, unter Aenderung der Form des Kerns, bereits deutlicher hervorgetreten sind, verblassen sie wieder und verschmelzen zur Bildung eines blassen, fast oder ganz homogenen Körpers, der nur mitunter ein Paar helle, vakuolenartig vortretende, aber nicht scharf umschriebene Stellen einschliesst und dessen Brechungsvermögen mitunter ein so geringes ist, dass er innerhalb der helleren umgebenden Flüssigkeit nur wie eine wolkige Trübung erscheint. Das Kernkörperchen bleibt zwar sichtbar, erhält sich aber nicht unverändert, sondern in demselben entsteht, nach Aufhellung seiner centralen

Abschnitte, eine deutlich umschriebene, mitunter excentrisch gelagerte Vakuole. Sehr rasch differenzirt sich nun die homogen gewordene Kernsubstanz zu glänzenden Körnern, Körnchen, Fäden und strangförmigen Gebilden, die unter einander mehr oder weniger zahlreiche, und zum Theil netzförmige Verbindungen eingehen. Gleichzeitig entwickelt sich in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein derber, fädiger Kontour. Wenn nachträglich der Kern sich zusammenzieht kann er zum zweiten Mal ein homogenes, dann aber gleichzeitig etwas glänzendes Aussehen erhalten.

Die Um- oder Neubildung des Kernstroma bis zum Homogen- und Glänzendwerden der Kernperipherie oder auch des Kerninnern vollzieht sich häufig schon innerhalb 1—2 Minuten nach einmaligem, momentanem Einleiten der Ströme; andere Male nimmt der Vorgang etwas längere Zeit in Anspruch, es verändert sich der Kern, nachdem seine Körnchen und Netze nur deutlicher geworden sind, für geraume Zeit nicht weiter und erst nach wiederholtem Einleiten der Ströme, oder nachdem dieselben einige Zeit ununterbrochen eingewirkt haben, verschmelzen die Körnchen zur Bildung blasser homogener Substanz aus der sich dann das glänzende Stroma entwickelt.

In den Zellen des Mesophylls finden sich, wie oben erwähnt wurde, mitunter kegel- oder zapfenförmige Fortsätze der blassen Kerne welche sich zwischen die Chlorophyllkörper der Umgebung erstrecken; dieselben treten mit der Um- oder Neubildung des Stromas sehr scharf vor und gleichzeitig fahren häufig die benachbarten Chlorophyllkörper mit einem Ruck auseinander, während die Verbindungen zwischen diesen Fortsätzen und den Chlorophyllkörpern und die Verbindungen zwischen den letzteren selbst sich lösen.

In ganz analoger Weise wie die blass granulirten oder blass genetzten Kerne und ebenfalls sehr rasch werden die sehr blassen und ganz homogenen Kerne unter Einwirkung der Ströme verändert. Ihr Inneres wird zunächst entweder fein- und dichtkörnig oder es tauchen sehr feinfädige und engmaschige Netze auf und in beiden Fällen kommt es zu weiteren Umbildungen. Während die fädige Hülle an Dicke zunimmt wird ein Theil der Körnchen derber und glänzender, sie verbinden sich hie und da zu theils kurzen, theils längeren und derberen, glänzenden Fäden und Strängen und ebenso werden die Anfangs blassen Netze bald deutlicher und glänzender. Die Körnchen und Fäden rücken dann näher aneinander und verschmelzen zum Theil, so dass die

Maschen und Lücken nicht blos kleiner werden sondern auch an Zahl abnehmen. Weiter wird das Anfangs mehr poröse Kerninnere ganz homogen oder erscheint nur sehr undeutlich und dicht granulirt; mitunter schliesst es noch ein Paar kleine Vakuolen ein. — Bei Einwirkung der Ströme rückt der Kern mitunter etwas von der Stelle während er gleichzeitig seine Form ändert; dieselbe kann sich bei seiner späteren Verkleinerung nochmals ändern und die Kontouren werden dann öfter unregelmässig und eckig.

Die Form- und Grössenveränderungen der Kerne treten am auffallendsten an den gestreckten, spindelförmigen hervor. Dieselben verkürzen sich mit Eintreten der Ströme mitunter um $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$, häufig aber bis auf die Hälfte ihres Längendurchmessers oder auch noch etwas darüber, während ihre Dicke um $\frac{2}{3}$ oder nahezu um die ganze Länge des ursprünglichen Dickendurchmessers zunimmt. Je nach dem Grade, welchen die Verkürzung des Längen- oder die Zunahme des queren Durchmessers erreicht, bekommen die Kerne eine ovale oder eine ganz runde Form. Die letztere ändert sich aber sehr rasch wieder, sobald das mittlerweile entstandene derbere Stroma anfängt sich zusammenzuziehen, seine Fäden und Stränge sich verkürzen, die Maschen und Lücken sich verkleinern und in grösserer oder geringerer Ausdehnung homogene und glänzende Substanz gebildet wird. Der ursprüngliche Längendurchmesser erfährt dabei keine oder wenigstens keine erhebliche weitere Reduktion, dagegen verkürzt sich der ursprünglich quere Durchmesser sehr beträchtlich, mitunter noch beträchtlicher als seine ursprüngliche Zunahme betrug, so dass nach Ablauf der Verkleinerung des Kerns sein Querdurchmesser den ursprünglichen, vor Einleiten der Ströme gemessenen, nur noch um $\frac{1}{4}$ seiner Länge übertrifft, oder ihm gleich ist oder um $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{6}$ seiner Länge verkürzt ist. Die vorwiegende nachträgliche Verkürzung rund gewordener spindelförmiger Kerne in der Richtung ihres anfänglichen Querdurchmessers bedingt es, dass nach Ablauf der Verkleinerung die Kerne wieder die Form einer verkürzten und verkleinerten Spindel oder eines Ovals erlangen. In Fällen wo die Verkürzung des Längendurchmessers eine weniger beträchtliche war, nur $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ seiner Länge betrug, war die der Dickenzunahme folgende Dickenabnahme des Kerns ebenfalls eine nicht erhebliche, so dass nach Ablauf der Zusammenziehung der Querdurchmesser des Kerns den anfänglichen Querdurchmesser desselben immer noch um $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ seiner Länge übertraf.

Die Verkürzung des Längendurchmessers wie die anfängliche

Zu- und spätere Abnahme des queren Durchmessers der spindelförmigen Kerne trat in ganz der gleichen Weise ein, wenn die Zellen mit ihrer Längsaxe parallel zur Stromesrichtung als wenn sie senkrecht zu derselben gestellt waren.

In ovalen Kernen waren die Form- und Grössenveränderungen weniger auffallend, ihr Längendurchmesser verkürzte sich in der Regel nur um $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}$, seltener um $\frac{1}{3}$ und nur einmal um die Hälfte und ebenso war die Dickenzu- und die folgende Dickenabnahme eine nicht so beträchtliche. Die Dickenzunahme betrug nur $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{6}$ der Länge des Querdurchmessers, die Dickenabnahme meist nur $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ der letzteren. Mitunter fand eine Dickenzunahme des Kerns gar nicht statt, derselbe verkleinerte sich im Längen- und Querdurchmesser in gleichem Grade oder es nahm zwar die Länge des Querdurchmessers während der Verkürzung des Längendurchmessers zu, nahm aber später nicht wieder ab.

Runde Kerne mit fein und blasskörnigem oder netzförmigen Stroma sowie runde, blasse, homogene Kerne verkleinerten sich in der Regel gleichmässig und meist nur um $\frac{1}{6}$ der Länge ihrer Durchmesser.

2) Veränderungen der Chlorophyllkörper.

Während die blassen Kerne ein glänzendes Stroma erhalten und sich wieder zusammenziehen erfahren auch die scharf umschriebenen Chlorophyllkörper sehr auffallende Form-, Struktur- und Grössenveränderungen und gleichen dann ganz den grösseren, nicht scharf umschriebenen, die ein lockeres Gefüge besitzen und durch die Ströme gar keine Veränderungen erfahren. Bald schon nach momentanen, bald erst nach kurze Zeit fortgesetztem Einleiten der Ströme fangen die Chlorophyllkörper an zu schwellen und an Stelle der feinen Punktirung oder der feinkörnig-kurzfädigen Zeichnung treten äusserst engmaschige und feinfädige Netze von sieb- oder gitterförmigem Aussehen hervor; dann wird die Netzstruktur wieder undeutlich und schwindet ganz oder in der grössten Ausdehnung der Chlorophyllkörper während erst einzelne und dann zahlreichere Knotenpunkte und Fäden ziemlich beträchtlich an Dicke zunehmen. Durch Verdickung zusammenhängender Bruchstücke der Septen kommt es zur Bildung einzelner längerer und derberer, zum Theil verzweigter Fäden, gleichzeitig scheinen sich aber vielfach Fäden von ihren Knotenpunkten abzuschnüren, da die Menge der isolirt vortretenden Fäden und die freier oder nur spärliche Verbindungen eingehender

Körnchen (Knotenpunkte) sehr zunimmt. Ausserdem erscheinen Körnchen und Fäden mehr oder weniger von einander abgerückt, lassen kleine und etwas grössere Lücken bis zur Grösse eines Kernkörperchens der blassen Kerne frei, die ganzen Strukturelemente erscheinen wie auseinander gefallen und dabei etwas geschwellt, während geschlossene Netze gar nicht mehr oder nur in beschränkter Ausdehnung sichtbar sind. Die frühere scharfe Begrenzung der Chlorophyllkörper ist damit ganz verloren gegangen, indem jetzt längs ihrer Peripherie überall Körnchen und feine, kurze Fäden frei vortreten.

Während der Quellung verändern die Chlorophyllkörper mitunter ihre Form und gegenseitige Lage, erhalten unregelmässige Kontouren, die Lücken zwischen benachbarten schwinden und wenn die Quellung eine beträchtlichere ist kann durch einen einzigen Chlorophyllkörper in den Epidermiszellen die Zelllichtung in querer Richtung ganz ausgefüllt werden.

3) Veränderungen geformter Theile des Plasmas.

a) Veränderungen von blassen homogenen Strängen wie von blassen kugel- und spindelförmigen Gebilden.

Den Polen blasser Kerne anhaftende und mehr oder weniger weit in den Zellenraum hineinreichende oder denselben durchsetzende blasse, nicht scharf kontourirte Stränge sondern sich nach momentanem Einwirken der Ströme und während der Umwandlung der blassen Kerne zu einzelnen blassen, homogenen Kugeln, die mit einander zu einer grösseren, blassen, mitunter den Kern theilweise umschliessenden Plasmaschicht von undeutlicher Begrenzung verschmelzen. Ohne oder erst nach Wiedereinleiten der Ströme differenziren sich aus dieser Schicht einzelne mehr oder weniger dicht gelagerte Körnchen und Fäden oder ziemlich weitmaschige Netze die im Bereiche des Kernumfangs sich mit den peripheren Theilen des glänzend gewordenen Kernstromas oder mit der Kernhülle verbinden. Einmal sonderte sich ein die Zelllichtung durchsetzender Plasmastrang zu feineren Fäden die sich unter einander erst zur Bildung von ein Paar weiteren Maschen verbanden und dann von Neuem zur Bildung von ein Paar Reihen theils weiterer, theils engerer Maschen differenzirten, die so rasch entstanden, dass die Art und Weise ihrer Bildung sich nicht verfolgen liess. Nur in wenigen Fällen veränderten sich homogene Stränge gar nicht.

Spindelförmige und runde, dem Kern anhaftende oder in seiner Umgebung befindliche Plasmaklümpchen verblassen, vergrössern sich und die Spindeln runden sich gleichzeitig ab. Nur in selteneren Fällen treten keine weiteren Veränderungen ein. Liegen die blassen Kugeln vereinzelt, so sieht man ihr Inneres sich aufhellen, während eine dichtere Hülle in Form eines blassen Saums oder eines scharf gezeichneten fädigen Rings oder Halbrings auftritt, bilden sie dagegen in dichterer Aneinanderlagerung eine kranzartige Einfassung eines grösseren oder geringeren Theils des Kernumfangs, so verschmelzen die einzelnen benachbarten Kugeln zu dem Kern anliegenden oder ihn im Durchschnitt band- oder sichelförmig umschliessenden Plasmaschichten, die mitunter keine weiteren Veränderungen erfahren, aus denen sich aber nachträglich meist Körnchen und Fäden, sparsam eingestreute Körner und mitunter auch Netze differenziren die in Form eines Maschenkranzes einen Theil des Kernumfangs einschliessen. Einmal waren die Netze nach kurzem Bestehen wieder verblasst und verschwunden. Die blassen Kugeln verschmelzen aber nicht immer zu einer deutlich unterscheidbaren Plasmaschicht, sondern ihre Substanz vermischt sich mitunter mit der umgebenden Flüssigkeit und es entstehen dann nicht nur an den Stellen wo die ersteren lagen, sondern auch in der Umgebung erst feine Körnchen und feine und meist kurze Fäden und etwas später einzelne derbere Körnchen. Die Körnchen und Fäden hängen zwar zum Theil untereinander zusammen, verbinden sich aber in den Epidermiszellen meist nicht zur Bildung von Netzen. In manchen Mesophyllzellen war dies dagegen, unter sonst ähnlichen Verhältnissen, der Fall. Dieselben enthalten mitunter in dem homogenen, das Zellinnere erfüllenden Plasma kleine blasse Körner die mit Einleiten der Ströme schwinden, ohne dass eine dichtere, vorwiegend aus ihrer Substanz gebildete Plasmaschicht entsteht. Sehr rasch nach ihrem Schwund entstehen scharf gezeichnete, zierliche, weit- und engmaschige Netze die aber nachträglich durch die sich vergrössernden Chlorophyllkörper zum Theil oder ganz wieder verdeckt werden.

Die in den Spindeln und Kugeln eingeschlossenen glänzenden Körner und Körnchen verblassen und schwinden zum Theil während die ersteren sich vergrössern, zum Theil aber erfahren sie keine Veränderung und gerathen in lebhafte Molekularbewegung entweder im Innern der Kugeln sobald dieselben sich aufgehellt haben oder in der Umgebung der Plasmaschicht, welche durch ihre Verschmelzung entstanden ist.

b) Veränderungen von Netzen und von feinkörnig-fädiger Substanz.

Sehr häufig verblassen schon nach einmaligem oder erst nach wiederholtem Einleiten der Ströme die Netze, verschwinden dann und es bildet sich, wie nach Vermelzen der Plasmakugeln eine den Kern umschliessende Plasmaschicht, welche sich durch ihre etwas grössere Dichtigkeit von dem umgebenden Zellinhalt unterscheidet und aus welcher sich auch hier Körnchen, einzelne Körner, feine und kurze wie einzelne längere gekörnte Fäden wieder differenziren. Die Fäden sind mitunter netzförmig verbunden, bilden kleine Maschengruppen die nach einiger Zeit wieder schwinden können, andere Male bilden sich bogenförmig gekrümmte, an ihren Enden mit der Hülle des mitterweile glänzend gewordenen Kerns zusammenhängende Fäden oder kürzere und längere Fäden die sich nur mit ihrem einen Ende mit der Kernperipherie verbinden, während andere in wechselnd dichter Stellung frei in der Umgebung des Kerns eingestreut sind. — Mitunter treten nach Einleiten der Ströme die Netze deutlicher vor, verblassen dann, schwinden aber nicht. In anderen Fällen wurde der Eintritt von Bewegungen der Netzfäden und eine Umbildung der Netze wahrgenommen; die Fäden vollführen Ein- und Ausbiegungen, einzelne schnüren sich von den Knotenpunkten ab oder sondern sich zu einer Anzahl Körnchen. Auf den Eintritt zahlreicherer Abschnürungen und die Wiedervereinigung getrennter Fäden und Körnchen ist vielleicht hier wie an den Netzen welche sich nach Verschmelzen der Plasmakugeln differenziren, die wiederholt wahrgenommene Umbildung grösserer Septa in kleinere und die Zunahme der Zahl der Septa überhaupt zurückzuführen, da diese Vorgänge so rasch erfolgen, dass sich die Art und Weise ihres Zustandekommens der Beobachtung entzieht.

In einzelnen Epidermiszellen fanden sich nicht scharf und ziemlich unregelmässig begrenzte Anhäufungen geformter Substanz die ganz oder zum Theil dieselbe Beschaffenheit wie das Stroma blasser Kerne darbot. Soweit dies der Fall war, entwickelte sich nach Einwirkung der Ströme ein derbes, glänzendes, körnig-fädiges Gerüst von derselben Beschaffenheit wie in den glänzenden Kernen, von denselben aber durch die Unregelmässigkeit seiner Begrenzung unterschieden.

Schichten körnig-fädiger Substanz zeigen häufig ein ganz analoges Verhalten wie die Netze, schwinden nach einmaligem

oder nach wiederholtem Einleiten der Ströme und an ihrer Stelle, oder auch in der umgebenden Flüssigkeitsschicht differenziren sich mehr oder weniger dicht zusammenliegende, mitunter zu weit- oder engmaschigen Netzen verbundene Fäden und Körnchen. Andere Male traten die Körnchen und Fäden nur deutlicher hervor ohne sich wesentlich zu verändern, oder zeigten vorher nicht deutlich erkennbare netzförmige Verbindungen, oder es verdickten sich einzelne Körnchen, kürzere und längere Fäden, so dass die ganze Schicht ein verändertes und dunkleres Aussehen erhält. In dem Reiserwerk derberer Fäden, welches mitunter die feinkörnig-fädige Substanz durchzieht, treten nach Einleiten der Ströme die ersteren schärfer heror, werden zum Theil dicker und glänzender und ändern unter Krümmungen und Einbiegungen, welche einzelne Fadenabschnitte erfahren, die Richtung ihres Verlaufs und zugleich die Form der durch ihre Verbindungen eingegrenzten, meist unvollständig geschlossenen Felder. Gleichzeitig kommt es mitunter zu Formveränderungen und zu einer Verringerung des Durchmessers der ganzen Schicht. Andere Male waren dagegen auffallende Veränderungen weder an der körnig-fädigen Substanz noch an einem dieselbe durchsetzenden Reiserwerk derberer Fäden wahrzunehmen.

c) In Schichten paralleler Fibrillen liessen die letzteren weder Bewegungserscheinungen noch Formveränderungen erkennen und traten nur nach Einleiten der Ströme etwas deutlicher hervor, wenn sie vorher ein ziemlich blasses Aussehen dargeboten hatten.

Die wesentlichen durch die Ströme bewirkten Veränderungen bestehen theils in Quellung und in Verflüssigung geformter Theile des Zellinhalts wie in Neubildung von Formelementen aus verflüssigter Substanz, theils in häufig von lebhaften Bewegungen begleiteten Umbildungen.

Die Chlorophyllkörper quellen und lassen Netze vortreten die mit Zunahme der Quellung zerfallen, indem sie sich zu einzelnen feineren und derberen Körnchen und Fäden sondern.

Zusammenliegende Plasmakugeln und die Bestandtheile von Netzen wie von blasser, feinkörnig fädiger Substanz verschmelzen untereinander zur Bildung dichterer, häufig den Kern in grösserer oder geringerer Ausdehnung umschliessender Plasmaschichten, aus denen sich nachträglich derbere und feinere Körnchen, Fäden und Netze differenziren die mitunter nach einiger Zeit wieder verblassen und schwinden. Wenn dagegen die Netz

theile nicht miteinander verschmelzen, treten mitunter Bewegungen einzelner Fäden auf, Abschnürungen der Fäden von den Knotenpunkten oder ihre Sonderung zu einzelnen Körnchen; in anderen Fällen kommt es zu Umbildungen der Netze, so dass sich an Stelle der ursprünglich vorhandenen andere entwickeln die nach Form und Weite ihrer Maschen ein mehr oder weniger verschiedenes Aussehen darbieten.

Vereinzelt liegende Plasmakugeln und Spindeln quellen zunächst, worauf ihr Inneres sich aufhellt und ihre Peripherie sich verdichtet; ihr Verschmelzen, wenn sie dicht zusammenliegen, lässt sich ebenfalls nur auf eine Quellung oder Verflüssigung ihrer Substanz zurückführen, die sich aber nachträglich vielleicht nur zum Theil wieder verdichtet, so dass die entstehenden Fäden und Netze der Hülle entsprechen würden, welche sich um vereinzelt liegende Kugeln nach Aufhellung ihres Innern bildet. Dagegen schien die Menge der durch die neugebildeten Netze repräsentirten geformten Substanz in manchen Mesophyllzellen erheblich grösser zu sein als sich nach der Zahl der kleinen blassen Körner erwarten liess, welche unter dem Einfluss der Ströme schwanden; da hier eine besondere, aus verflüssigter Kornsubstanz bestehende Schicht gar nicht gebildet wurde, schien die Möglichkeit Berücksichtigung zu verdienen, dass unter dem Einfluss der Ströme sich auch aus der homogenen Substanz des Zellplasma Theile verdichteten und mit der verflüssigten Substanz der Körner an Bildung der Netze betheiligen können.

Blasse Stränge differenziren sich direkt zu Fäden und Netzen oder sondern sich zunächst in kugelförmige Portionen und erst nach Verschmelzung derselben entwickeln sich aus ihrer Substanz Fäden und Netze.

In den blassen Kernen handelt es sich theils um Umbildungen des vorhandenen Stromas, indem Theile desselben miteinander verschmelzen, andere sich von einander sondern, theils um Bildung eines ganz neuen Stromas nach Verschmelzen des zarten und blassen zu homogener Substanz. Sowohl die Um- als Neubildung des Stroma sind von erheblichen Formveränderungen und mitunter auch von lebhaften Kontraktionen begleitet und führen zur Bildung eines anders beschaffenen und glänzenden Stromas. Nachträglich verkleinert sich der Kern häufig, wird unter Verschmelzung seiner Stromatheile in grösserer oder geringerer Ausdehnung homogen.

Während die Veränderungen der genannten Theile sich häufig

schon nach kurzer, vorübergehender Einwirkung der Ströme entwickeln, verändern sich von Anfang an glänzende Kerne erst nach einige Zeit fortgesetzter Einwirkung derselben, verkleinern sich und werden unter Verschmelzen ihrer Stromatheile ebenfalls ganz oder theilweise homogen. Ebenso bedarf es einer etwas längeren Einwirkung der Ströme um deutliche Formveränderungen wie ein Dicker- und Glänzenderwerden von derberen Fadenreisern hervorzurufen.

Analogien bezüglich der nach Einwirkung der Ströme und der spontan zu Stande kommenden Veränderungen bestehen in Betreff der Chlorophyllkörper und der Kerne. Der spontane Eintritt einer Quellung der Chlorophyllkörper, wie sie in ganz gleicher Weise unter dem Einfluss der Ströme zu Stande kommt, wurde zwar nur einmal beobachtet, indessen lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass dieser Vorgang häufiger und auch innerhalb der unversehrten Pflanze zu Stande kommt. Ebenso scheint auch schon innerhalb der letzteren, wenn auch nur an vereinzelten Kernen und ganz allmählig, im Verlaufe von Stunden oder Tagen, sich die Umwandlung blasser Kerne in glänzende zu vollziehen, da sich schon im ganz frischen Präparat Uebergangsformen zwischen blassen und glänzenden Kernen finden und das Vorkommen zahlreicherer glänzender oder in der Umwandlung begriffener Kerne in der Nähe des Schnittrandes der zur Untersuchung verwendeten Blätter, auf den Eintritt der Umwandlung einer grösseren Anzahl blasser Kerne hinwies. Die Umwandlung in glänzende Kerne, welche ein Theil der blassen Kerne erfährt, nachdem die Schnitte 24—36 Stunden in der Zuckerlösung aufbewahrt worden sind, würde dagegen für sich allein noch keinen Rückschluss auf den Eintritt dieser Umwandlung innerhalb der unversehrten Pflanze gestatten. Auch die Umwandlung von Kernen mit glänzendem Stroma in solche von mehr oder weniger homogener und glänzender Beschaffenheit scheint sich als physiologischer Vorgang vollziehen zu können, da sich im frischen Präparat nicht selten Kerne finden, die das gleiche Aussehen besitzen wie die, deren glänzendes oder unter dem Einfluss der Ströme glänzend gewordenes Stroma sich während der Beobachtung verdichtet hat, homogen und glänzend geworden ist. Der spontane Eintritt von Verflüssigung wie von Um- und Neubildung der Plasmanetze wurde in den Zellen der Blätter von Sanseviera nicht, dagegen sehr häufig in Zellen mit Plasmaströmung, namentlich in den basalen Abschnitten der Brennhaare

von Urtica wahrgenommen, so dass der Eintritt dieser Vorgänge nach Einleiten der Ströme sein Analogon wenigstens in Vorgängen hat, welche in lebenden Zellen anderer Pflanzen stattfinden.

2) Veränderungen des Zellinhalts durch Einwirkung von Säuren.

1) Veränderungen der blassen Kerne durch Essig- und Chromsäure.

Setzt man dem Präparat einen kleinen Tropfen Essigsäure zu, so sieht man fast regelmässig die blassen Kerne die auffallendsten Veränderungen eingehen, welche grosse Aehnlichkeit mit den nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden haben. Im Verlaufe einer Minute werden die Körnchen und Knotenpunkte erst deutlicher und dunkler, dann verschmelzen dieselben untereinander und mit den sie verbindenden Fäden zu derberen und glänzenden Körnchen, Knoten, Fäden und Strängen und bilden damit ein derberes Stroma das bald vorwiegend Körnchen und Knoten, bald auch zahlreichere und mit den letzteren vielfach verbundene Fäden und einzelne Stränge enthält. Die Vertheilung der Stromatheile ist häufig eine ungleichmässige, so dass einzelne weitere, von derberen Stromatheilen begrenzte Maschen und Lücken entstehen, in denen mitunter wieder feine Körnchen und Fäden eingeschlossen sind. Nur ganz ausnahmsweise waren auch bei bis 20 Minuten lang fortgesetzter Beobachtung keine Veränderungen eingetreten oder beschränkten sich auf ein etwas deutlicheres Vortreten und dunkleres Aussehen der Körnchen. Bei einem Theil der Kerne erfuhr das veränderte und derber gewordene Stroma im Verlaufe einer Viertelstunde keine weitere Umbildung, bei der Mehrzahl der Kerne trat dieselbe dagegen schon im Verlaufe einiger Minuten ein. Die ganzen Stromatheile verschmelzen mit einem Male untereinander zur Bildung eines grauen, blassen, homogenen, zart kontourirten Körpers, der mitunter ein Paar kleinere oder grössere spaltförmige oder runde Vakuolen einschliesst und im weiteren Verlaufe von einer oder ein Paar Minuten nimmt die ganze homogene Masse, mitunter unter Schwinden der Vakuolen ein äusserst dicht und gleichmässig feingranulirtes Aussehen an, wobei hie und da zwischen den sehr feinen, blassen Körnchen einzelne derbere, etwas glänzendere, sowie einzelne feine Fäden auftauchen. Während des Homogenwerdens der Kerne werden

ihre Kontouren unregelmässig durch Einkerbungen, buckelförmige und zackige Vortreibungen, im Ganzen aber bleibt die Form des Kerns erhalten. Schon vor oder erst bei seinem Homogenwerden verkleinert sich der Kern, aber meist weniger auffallend als nach Einwirkung der Ströme, seine Grössenabnahme wird aber mitunter dadurch verdeckt, dass seiner Peripherie anhaftende Plasmaklümpchen von gleichem Brechungsvermögen mit ihm verschmelzen und ihn grösser erscheinen lassen als er wirklich ist.

Blasse homogene Kerne erhalten bei Einwirkung der Säure zunächst eine dichtkörnige Beschaffenheit und durch Verschmelzen der Körnchen ein ähnliches Stroma wie es die blass granulirten Kerne bekommen. Ein nächträgliches Homogenwerden der Kerne wurde nicht beobachtet, ebensowenig änderte der Kern seine Form und Grösse.

Kerne mit von Anfang an glänzendem Stroma wurden durch Essigsäure (und durch Chromsäure) nicht merklich verändert.

Die nach Zusatz von $^1/_4$—1 proc. Chromsäurelösung eintretenden Veränderungen der blasskörnigen oder genetzten Kerne sind denen nach Zusatz von Essigsäure zum Theil ganz entsprechend, entwickeln sich aber langsamer. Auf Zusatz von 1 proc. Chromsäurelösung entwickelt sich ein derberes Stroma schon im Verlaufe der ersten 2—5 Minuten, auf Zusatz von $^1/_2$ proc. Lösung ändert sich zwar nach 2—5 Minuten das blasse und zarte Stroma schon merklich, aber erst nach 10—15 Minuten wird es derber und glänzend und auf Zusatz von $^1/_4$ proc. Lösung werden nach 5 Minuten die Körnchen derber und dunkler, ausgesprochener nach 10 Minuten, aber erst nach 20—30 Minuten hat sich ein deutliches, derberes und glänzendes Stroma entwickelt. Ein Homogenwerden der Kerne nach Bildung des letzteren, wie nach Einwirkung von Essigsäure, wurde überhaupt nicht beobachtet, ebensowenig der Eintritt von Formveränderungen und eine Verkleinerung der Kerne. Einmal wurde der Kern, ohne dass seine Körnchen vorher derber und glänzender geworden wären, ganz homogen und erst dann bildete sich das derbere Stroma. Etwas häufiger als nach Einwirkung von Essigsäure fehlten erhebliche Veränderungen der blassen Kerne ganz oder bestanden nur in einem Derber- und Glänzenderwerden der Körnchen ohne Verschmelzen derselben zur Bildung neuer Stromatheile.

Das durch Einwirkung der Säuren in blassen Kernen ge-

bildete Stroma zeigt keine Charaktere, die es mit Sicherheit von dem unter dem Einfluss der inducirten Ströme gebildeten Stroma unterscheiden lassen. Dagegen sind die Formen des unter dem Einfluss der letzteren entstandenen Stromas mannichfaltiger als die des Säurestromas. Es erfolgt ferner unter Einwirkung der Ströme die Umbildung viel rascher als nach Einwirkung der Säure und ist häufig von lebhaften, ruckweise eintretende Kontraktionen oder auch von einem Auf- und Abwogen des Kerns begleitet, wie es nach Einwirkung von Säure nie beobachtet wurde.

2) Veränderungen geformter Theile des Zellplasmas.

Das Verhalten derselben gegen Säuren ist ein sehr wechselndes, indem nicht nur Theile von verschiedener Beschaffenheit in verschiedener Weise verändert werden, sondern auch solche von scheinbar gleicher Beschaffenheit.

Die Spindeln und ebenso die kugelförmigen Plasmaklümpchen quellen unter Einwirkung von Essigsäure meist mehr oder weniger und mitunter so stark, dass sie kaum noch zu umgrenzen sind, während die von ihnen eingeschlossenen Körner und Körnchen ein wechselndes Verhalten zeigen. Dieselben treten bald nur schärfer vor, bald vergrössern sie sich und verschmelzen mit der Substanz der Spindeln in denen sich dann nachträglich mitunter von Neuem Körnchen differenziren. Wenn die von Anfang an vorhandenen Körner und Körnchen mit der Substanz der nicht oder nicht erheblich geschwellten Spindel verschmelzen, nimmt das Brechungsvermögen der letzteren sehr merklich zu. Vakuolen entstehen im Innern der geschwellten Spindeln, sowohl wenn ihre Körnchen nur schärfer vortreten, als wenn sie mit der Spindelsubstanz verschmolzen sind. In einer Zelle zerfiel die Substanz der sämmtlichen Spindeln vollständig zu einzelnen blassen Körnchen, die sich durch ihr schwächeres Brechungsvermögen deutlich von den glänzenderen, derberen, schon vorher in den Spindeln enthaltenen unterschieden. — Die fädigen Anhänge der Spindeln werden körnig, bekommen ein perlschnurartiges Aussehen und sondern sich, bis auf kurze, den Spindeln anhaftende Fadenstümpfe, allmählig zu einzelnen Körnchen und kurzen Fäden, die mitunter einen stärkeren Glanz bekommen. Dem Umfang des mittlerweile glänzend gewordenen Kerns direkt anhaftende oder durch kurze Fäden mit ihm verbundene Spindeln erscheinen als demselben zugehörige Anhänge, wenn die Spindelsubstanz nicht gequollen ist, sondern durch Verschmelzen mit den eingeschlossenen

Körnchen und Körnern ein ebenso starkes Brechungsvermögen erlangt hat, als die Theile des glänzend gewordenen Kernstromas.

Eine Quellung der Spindeln und Kugeln wurde nach Einwirkung von 1 proc. Chromsäurelösung nicht beobachtet. Ein Theil der ersteren blieb unverändert, andere veränderten ihre Form, erhielten Ein- und Ausbiegungen oder wurden schmäler und glänzender und einzelne verschmälerten sich so sehr, dass sie nur wie Auftreibungen an den mit ihnen verbundenen Fäden vortraten. Gleichzeitig sonderten sich, wie nach Einwirkung von Essigsäure, die letzteren zu Körnchen und zu feinen, kurzen, glänzenden Fäden, so dass nur kurze Fadenstümpfe mit dem Spindelkörper in Verbindung blieben. Das Innere anderer Spindeln hellt sich nur auf oder es entwickelt sich eine deutliche, von verdichteter Substanz umschlossene Vakuole und mit der Vakuolenwand verschmelzen mitunter die in der Spindel eingeschlossenen Körner und Körnchen, nachdem sie sich vorher vergrössert haben.

Homogene, blasse, von den Kernpolen ausgehende und den Zellraum durchsetzende Stränge verschwinden zum Theil nach Einwirkung von Essigsäure bis auf sehr feine, kaum wahrnehmbare fädige Reste, zum Theil nehmen sie nur ein körniges Aussehen an. Nach Einwirkung von Chromsäure treten sie mitunter deutlicher, aber sonst unverändert vor, andere Male bekommen sie ein körniges und glänzenderes Aussehen, ändern ihre frühere Richtung, beschreiben Ein- und Ausbiegungen und hie und da kommt es auch zu Abschnürungen und zu Unterbrechungen ihrer Kontinuität.

Weitmaschige Netze mit derberen Septen werden durch Essigsäure bald nicht merklich verändert, bald schrumpfen dieselben nur etwas oder ihre Septen werden glänzender und treten schärfer hervor.

Engmaschige Netze und körnig-fädige Schichten bleiben unverändert, wenn die Knotenpunkte, Körnchen und Fäden relativ derb sind, verblassen dagegen, wenn die letzteren fein und zart sind oder verschmelzen zu homogener Substanz in der nur einzelne derbere Körnchen und Fäden sichtbar bleiben und schärfer vortreten als vorher.

Chromsäure lässt weitmaschige Netze nur selten unverändert, auch dann, wenn das Eindringen der Säure in die Zelle sich in unzweideutiger Weise durch die Umwandlung des Stromas eines blassen Kerns dokumentirt hat, in dessen unmittelbarer Umgebung sich die Netzschicht befindet. In der Regel führt die

Einwirkung der Säure zu einer völligen Zerstörung der Netzstruktur. Die Septen verdicken sich zunächst stellenweise, werden glänzender, treten schärfer vor und dann sondern sie sich zu einzelnen Körnchen und zu kurzen bogen- oder halbkreisförmigen Fadenstücken. Auch diese zerfallen im Verlaufe von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde, Körnchen und Fäden rücken auseinander, gruppiren sich in sehr wechselnder Weise, scheinen zum Theil durch Wiederverschmelzen derber zu werden und erinnern schliesslich weder nach ihrem Aussehen, noch nach ihrer Anordnung an die vorher vorhandenen Netze. Es erfahren demnach hier die letzteren ähnliche Veränderungen wie das Stroma blasser Kerne; während derselben löst sich zwar der Zusammenhang der Netzfäden mit den peripheren Theilen des Kernstromas, indessen scheinen Reste der Netzfäden mit den letzteren nach Umbildung des Kernstromas wieder zu verschmelzen.

In engmaschigen Netzschichten treten nach Einwirkung der Säure die Knotenpunkte, in körnig-fädigen sowie in körnigen Schichten eine wechselnde Zahl von Körnchen und feinen Fäden etwas deutlicher vor als vorher.

Schichten, welche vorwiegend aus derberen und längeren, etwas glänzenden, parallelen oder reiserförmig verzweigten, zum Theil anastomosirenden Fäden bestehen, werden durch Einwirkung der Säure nicht merklich verändert.

3) Veränderungen der Chlorophyllkörper.

Nach Einwirkung von Essigsäure tritt die körnig-fädige Zeichnung der scharf umschriebenen Chlorophyllkörper etwas schärfer hervor, während das Gefüge der nicht scharf kontourirten noch verwaschener erscheint als vorher oder es erhalten dieselben ein nahezu ganz homogenes Aussehen. Nach Einwirkung von Chromsäure erhalten die Körnchen und Fäden der scharf wie der nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper einen etwas stärkeren Glanz und die ganzen Körper werden dunkler.

3) Veränderungen der Zellen durch Alkohol.

Lässt man vom Rande des Deckgläschens absoluten Alkohol zu der Zuckerlösung fliessen, in welcher sich der Schnitt befindet, so entstehen in der Zellflüssigkeit körnige Niederschläge, während Kerne, Chlorophyllkörper und geformte Theile des Plasmas in mehr oder weniger eingreifender Weise verändert werden.

Sämmtliche blasse Kerne erhalten ein dunkles, derbes, glänzendes Stroma von körniger, körnig-fädiger oder netzförmiger Beschaffenheit, dessen Theile nachträglich, zuweilen unter Bildung einzelner Vakuolen, näher an einanderrücken, während der Kern sich beträchtlich verkleinert und mitunter in der Peripherie oder auch im Innern homogen wird.

Von Anfang an glänzende Kerne verändern sich nicht wesentlich oder werden nur dunkler, wobei es dahin gestellt bleibt, ob ihre geformten Theile nur etwas schrumpfen oder ob zwischen denselben sich auch Körnchen niederschlagen.

Kugel- und spindelförmige Plasmaklümpchen schrumpfen zum Theil, zum Theil verschmelzen sie mit benachbarten; einzelne bekommen ein trübes, körniges Aussehen, in anderen entwickelt sich eine Vakuole die ein Paar Körnchen einschliesst. Körner die von Anfang an in den Plasmaklümpchen eingeschlossen waren, verschmelzen ruckweise, und unter Zurücklassung von ein Paar Körnchen, mit der Substanz derselben. Die von den Spindelenden auslaufenden Fäden schwinden.

Blasse, homogene Stränge treten deutlicher vor, nehmen aber gleichzeitig an Dicke ab und einzelne werden so fein, dass sie kaum noch unterschieden werden können.

Weitmaschige, derberfädige Netze traten einige Male unter gleichzeitiger Formveränderung eines Theils der Maschen nur etwas deutlicher vor, während sie meist in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine andere Beschaffenheit erhielten oder ganz schwanden. Die Septen werden entweder nur körnig, derber und etwas glänzender oder schwinden nachträglich, mitunter unter Zurücklassung von einigen derben, glänzenden Körnchen und Bruchstücken der Septen. An Stelle der geschwundenen Septen tritt eine homogene oder äusserst zart und blass granulirte Substanz auf, aus welcher sich mitunter von Neuem Körnchen und feine Fäden differenziren.

Engmaschige Netze mit relativ derben, glänzenden Septen veränderten sich nicht. In blassen, feinfädigen Netzen und in Schichten körnigen oder körnig-fädigen Plasmas trat eine wechselnde Zahl von Knotenpunkten, Körnchen und kurzen Fäden etwas deutlicher vor; die Netze wurden gleichzeitig undeutlich oder zerfielen zu einzelnen Körnchen.

Zu Bündeln vereinigte oder ein Reiserwerk bildende längere und derbere Fäden veränderten sich so wenig als nach Einwirkung von Säuren. Auch das Stroma der Chlorophyllkörper

blieb unverändert oder trat an den scharf kontourirten nur etwas deutlicher vor.

In Zellen mit blassen Kernen, Netzen, blassen Fäden und Strängen, spindelförmigen oder runden Plasmaklümpchen ruft die Einwirkung von Alkohol und von Chromsäure meist eine so vollständige Aenderung in der Beschaffenheit des Zellinnern hervor, dass man glauben würde, eine ganz andere Zelle vor sich zu sehen, wenn man nicht die Veränderungen Schritt für Schritt verfolgt hätte.

Ohne Zweifel bewirken Alkohol und Chromsäure auch in ähnlich beschaffenen Zellen anderer Pflanzen entsprechende Veränderungen, so dass dieselben als die präformirten Strukturverhältnisse erhaltende Härtungsmittel nur dann angesehen werden können, wenn im einzelnen Fall durch die direkte mikroskopische Beobachtung festgestellt worden ist, dass ihre Einwirkung die der lebenden Zelle eigenthümlichen Strukturverhältnisse nicht alterirt.

4) Veränderungen der Zellen durch Liq. Kali caustici.

Nach Zusatz von Liq. Kali caust. zur Zuckerlösung verschwinden die blassen Kerne rasch, wie mit einem Ruck, oder vergrössern sich erst, in dem sie gleichzeitig ein sehr verwaschenes Aussehen erhalten. Beim Vorhandensein einer Hülle erweist sich dieselbe, ungeachtet ihrer Zartheit, doch mitunter etwas resistenter gegen die Einwirkung des Reagens als das Stroma, das letztere wird zunächst homogen und erst nach einer kleinen Weile fliesst der Kern unter Schwinden der bis dahin noch sichtbaren Hülle auseinander. Glänzende Kerne verblassen, ihre Stroma- und Hüllentheile werden undeutlich, verlieren ihren Glanz und ihre scharfen Kontouren, die Kerne vergrössern sich und schwinden dann ebenfalls; auch bei ihnen schwindet die Hülle mitunter später als das Stroma.

Mit den Kernen verflüssigen sich weit- und engmaschige Netze, homogene Stränge, die spindel- und kugelförmigen Körper und etwas später als die letzteren die in ihnen eingeschlossenen, stärker glänzenden, zum Theil stärkehaltigen Körner und Körnchen. Die Septen engmaschiger Netze verschmelzen mitunter zu einer homogenen oder sehr undeutlich granulirten Masse, die sich vom umgebenden flüssigen Zellinhalt durch ihr etwas stärkeres Brechungsvermögen abgrenzt. Einschlüsse von derberen Körnchen und Fäden erhalten sich entweder geraume Zeit unverändert oder verblassen und schwinden schliesslich auch, ebenso

derbere Fäden, welche mitunter fein genetzte Lamellen einfassen. Auch Schichten derberer paralleler oder ein Reiser- oder Flechtwerk bildender Fäden verflüssigen sich nach Einwirkung des Reagens, dabei sondern sich mitunter während ihrer Quellung einzelne der stärkeren Fäden zu Bruchstücken die etwas längere Zeit sichtbar bleiben.

Die nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper bekommen, während die körnig-fädige oder netzförmige Zeichnung ihres Innern in Folge der eintretenden Quellung schwindet, ein blasses, verschwommenes, mitunter fast homogenes Aussehen; nur einzelne längere Fäden treten deutlicher hervor und ändern mitunter ihre Form etwas. Gleichzeitig vergrössert sich ein Theil der Chlorophyllkörper, ihre Kontouren werden durch zackige oder buckelartige Vortreibungen unregelmässig und in ihrem Innern treten mit Schwund der eingelagerten Stärkekörner Vakuolen auf und verleihen ihnen, wenn sie in grösserer Zahl vorhanden sind, ein zerklüftetes Aussehen. Mitunter werden die Chlorophyllkörper nur vorübergehend blass oder fast homogen und nach kurzer Zeit tritt ihr körnig-fädiges oder netzförmiges Gefüge wieder deutlicher hervor. Einzelne verändern ihre Beschaffenheit nicht merklich oder nur in beschränkter Ausdehnung. In den scharf kontourirten Chlorophyllkörpern werden mit Beginn ihrer Quellung Netze und eingeschlossene Stärkekörner deutlicher sichtbar, sehr bald schwinden aber unter zunehmender Quellung und in Folge von Ablösung der Netzfäden von ihren Knotenpunkten die Netze ganz oder theilweise, dagegen treten jetzt derbere Knotenpunkte, derbere, zum Theil verzweigte und anastomosirende Fäden, auf, welche als derberes Gerüst das Innere des Chlorophyllkörpers durchziehen und aus solchen verdickten, zusammenhängenden Netzfäden hervorgegangen sind, die sich von den zugehörigen Knotenpunkten nicht abgelöst haben. Mitunter ist die Kaliwirkung eine so rasche, dass ein deutlicheres Vortreten der Netze beim Beginn der Quellung gar nicht wahrgenommen wird, sondern gleich derbere, reiserartig das Innere der Chlorophyllkörper durchziehende Fäden oder auch diese werden nicht sichtbar und die letzteren bekommen ein mehr oder weniger homogenes, nach Schwund von eingelagerten farblosen Körnern gleichzeitig vakuolisirtes Aussehen.

Ein bis zwei Minuten nach Eintritt der Quellung der Chlorophyllkörper entwickelt sich in zunehmender Menge in einer Anzahl Zellen ein trüber, körnig-fädiger Niederschlag,

welcher bei einem bald mehr lockeren, bald dichten Gefüge das Zellinnere theilweise oder ganz erfüllt. Derselbe besteht aus Körnchen von wechselnder Feinheit, vereinzelten derberen, häufig mit zackigen oder stielförmigen Fortsätzen versehenen Körnern wie aus feinen meist kurzen und einzelnen längeren, geradlinig, bogen- oder zickzackförmig verlaufenden Fäden und Strängen die ein glattes, glänzendes oder gekörntes Aussehen besitzen, sich mitunter theilen und sich zum Theil verdicken und verlängern, so dass sie nicht selten einen grösseren Theil der Zelllichtung durchsetzen. Die feinen Fäden hängen mit den derberen wie mit den Körnern und Körnchen vielfach zusammen und stellenweise sind dieselben untereinander zur Bildung weit- oder engmaschiger Netze verbunden, die in einer dem Umfang eines Kerns gleichkommenden Ausdehnung vortreten können. — Die geringe Menge Flüssigkeit, welche durch Drücken und Quetschen einer frischen Schnittfläche der Blätter erhalten wird, reagirt stark sauer, es wäre demnach die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass durch sauren Zellinhalt eine nachträgliche Neutralisation der eingedrungenen alkalischen Flüssigkeit und damit der Eintritt des Niederschlags bewirkt worden ist.

Nach Schwinden der Kerne und der geformten Theile des Plasma und während oder nach Quellung der Chlorophyllkörper trat mitunter rasch eine gleichmässige gelbgrüne Färbung des Zellinhalts in einzelnen Zellen oder in Zellgruppen ein, ohne dass eine auffällige Abnahme der Färbung der Chlorophyllkörper sichtbar geworden wäre. Die Färbung kann 10 Minuten bis $^1/_4$ Stunde bestehen, ohne erheblich zu verblassen oder schwindet schon im Verlaufe von ein Paar Minuten ganz oder fast ganz. Einmal hatten sich nach Schwinden derselben die Zellmembranen grün gefärbt. In Zellen deren Inhalt vor Bildung eines körnig-fädigen Niederschlags eine schwach gelb-grüne Färbung angenommen hatte, wurden mit Schwinden der letzteren regelmässig die Körner, derberen Körnchen und Stränge des Niederschlags gelbgrün gefärbt.

5) Verhalten der Zellen bei Einwirkung erhöhter und herabgesetzter Temperatur.

Erwärmung des Objektträgers auf dem bis 60° C. erwärmten Objekttisch bewirkte keine Veränderungen der blassen Kerne, nur ein Paar Mal schienen die blassen, feinen Stromatheile etwas gequollen, undeutlicher geworden, die Maschen verkleinert. Die

grosse Mehrzahl der glänzenden Kerne bot ebenfalls das gewöhnliche Aussehen dar und nur bei wenigen kam es zu sehr langsam sich vollziehenden Umbildungen ihres Stromas, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht beobachtet wurden. Einzelne der derberen glänzenden Stränge verblassten, andere schnürten sich zu einzelnen derberen ausgezackten Knoten ab, so dass schliesslich der ursprüngliche Typus des Gerüsts nur noch in einzelnen Kernabschnitten vortrat. Vereinzelt traten auch neue Knoten auf. Die geformten Theile des Plasma und die Chlorophyllkörner erfuhren keine Veränderungen.

Auch nachdem Blattstücke einige Minuten in Wasser von 75 ° C. gelegen hatten, waren die meisten Kerne unverändert. Einzelne blasse Kerne waren mehr homogen geworden und schlossen einzelne Vakuolen ein, eine grössere Anzahl hatte ein trübes, dunkleres Aussehen erhalten. Auf Zusatz von Essigsäure traten in den blassen Kernen keine Veränderungen ein oder die Körnchen und Netze wurden erst etwas deutlicher, um dann wieder zu verblassen; mitunter wurden die Kerne ganz homogen und es trat in ihnen eine Anzahl scharf umschriebener Vakuolen von der Grösse eines Kernkörperchens auf. Inducirte Ströme riefen gar keine Veränderungen mehr hervor, während die Kerne bei Erhöhung der Temperatur des Objekttisches bis auf 50 ° C. noch in der gewöhnlichen Weise reagirten. Nach $^1/_4$ stündiger Einwirkung einer Temperatur von — 8 ° C. auf Blattstücke hatte sich das Aussehen der Zellen gar nicht verändert und die blassen Kerne reagirten auf inducirte Ströme langsam, aber ganz in der gewöhnlichen Weise.

6) Verhalten der Zellen gegen Druck.

Blattstücke von $1\frac{1}{2}$—2 Cm. Länge, die 24 Stunden lang einem Drucke von bis 30 Pfd. zwischen 2 Glasplatten ausgesetzt gewesen waren, hatten ein vollkommen glattes, hie und da durchscheinendes Aussehen erhalten, der ganze geformte Zellinhalt war aber unverändert geblieben und zeigte das gewöhnliche Verhalten auf Einwirkung von Essigsäure und von inducirten Strömen.

Ein ähnliches Verhalten wie in den Zellen des Blattgewebes von Sanseviera c. zeigten Kerne und Chlorophyllkörper auch in ein Paar anderen Pflanzen bei oder nach Einwirkung inducirter Ströme.

Die Zellen der Epidermis und die chlorophyllhaltigen Zellen des Mesophylls der Blätter von Funkia subcordata enthalten blasse und glänzende Kerne. Die letzteren besitzen eine deutliche, etwas glänzende Hülle und ein deutliches aus derberen und feineren Fäden und Körnchen zusammengesetztes, ebenfalls etwas glänzendes Stroma, das sich unter der Einwirkung der Ströme nicht verändert. Die blassen Kerne sind homogen oder besitzen ein sehr blasses, zartes, feinkörniges oder netzförmiges, äusserst engmaschiges Stroma. Mit Einwirkung der Ströme werden die Körnchen und Fäden blos deutlicher, dunkler, etwas glänzend und schärfer kontourirt oder es entstehen durch ihre Verschmelzung auch vereinzelte derbere Knotenpunkte und fädige Stränge. Gleichzeitig verkleinern sich die Kerne unter ruckweisen Contractionen. Die homogenen mattglänzenden Kerne vergrössern sich etwas bei Eintritt der Ströme, differenziren sich dann rasch körnig oder körnig-fädig und verkleinern sich mitunter. Es zeigen somit die Kerne mit blassem Stroma wie die homogenen Kerne ein ähnliches Verhalten wie die blassen und die homogenen Kerne in den Zellen des Blattgewebes von Sanseviera carnea, nur sind die Formveränderungen der Kerne und die Umbildungen in ihrem Innern bei Weitem weniger auffallend. Auch die Chlorophyllkörper besitzen ähnliche Formen und zeigen ein ähnliches Verhalten, wie in den Blättern von Sanseviera. Es finden sich einzelne Zellen und Zellgruppen mit verwaschen aussehenden, oft mit einander verschmolzenen Chlorophyllkörnern mit meist undeutlich körnigem oder körnig-fädigem Stroma und scharf umschriebene kleinere Chlorophyllkörper von undeutlich körnigem Aussehen. Unter Einwirken starker Ströme vergrössern sich die letzteren, doch nicht so auffallend wie die in den Zellen von Sanseviera, ihr Stroma wird viel deutlicher, derber und schärfer, körnig oder körnig-fädig, während es in den nicht scharf umschriebenen zwar auch deutlicher wird, aber nicht in so ausgesprochener Weise.

Blass und fein granulirte oder undeutlich genetzte Kerne von ähnlichem Aussehen finden sich auch in den Epidermiszellen der Blätter von Aspidium filix mas und Aspidistra punctata, dieselben erhalten aber auf Einleiten der Ströme im Verlaufe einer Minute nur eine deutlichere Granulirung, ohne dass Bewegungen und Formveränderungen eintreten. Dagegen erhielten die vereinzelt in den Zellen des subepidermoidalen, chlorophyllführenden Gewebes von Aloe grandidentata vorkommenden blassen Kerne mit feinen, dicht gestellten Körnchen und kurzen feinen Fäden

nicht nur ein glänzendes Aussehen, indem die Körnchen und Fäden scharf kontourirt und ziemlich stark glänzend wurden, sondern es zogen sich auch die Kerne beträchtlich zusammen, wenn die Ströme während einiger Sekunden einwirkten. Bei und nach der Zusammenziehung des Kerns treten mitunter Lücken zwischen demselben und dem umgebenden Plasma deutlich vor, deren den ursprünglichen Umfang des Kerns bezeichnende Begrenzung um so deutlicher wird, wenn, wie es ausnahmsweise bei den blassen Kernen von Aloe g., häufiger bei den blassen Kernen von Sanseviera c. der Fall war, die die Lücke begrenzende Plasmaschicht sich verdichtet hat und dann im Durchschnitt als fädiger Saum die Lücke begrenzt. Gegen die Möglichkeit, dass die Kernmembran in Verbindung mit dem Plasma geblieben sei und von derselben sich die Stromatheile abgelöst und zurückgezogen hätten, sprach der Umstand, dass dem fädigen Saum nirgends körnige oder fädige Stromareste anhafteten und in die Lücke prominirten.

An sich theilenden Kernen der Pollenkörner von Tradescantia v. wurden auf Einwirkung inducirter Ströme die blassen Fäden und Fadenschleifen vorübergehend glänzend und schärfer kontourirt. Der weitere Verlauf der Theilungsvorgänge wurde nicht beobachtet.

XVII. Ueber einige Vorgänge in Zellen mit Plasmaströmung.

An den Kugeln homogenen Plasmas aus den Zellen der Tentakel von Drosera, aus den Brennhaaren von Urtica und aus den Staubfädenhaaren von Tradescantia beobachtet man eine auf- und abwogende Bewegung, welche durch die in raschem Wechsel erfolgende Bildung und Wiederabflachung bauchiger Vorwölbungen einzelner Abschnitte ihres Umfangs bewirkt und häufig von Aenderung der Form ihres ganzen Körpers begleitet wird. Ihr Inneres bleibt homogen oder es entstehen und schwinden in demselben Verdichtungen und Vakuolen; bei Tradescantia und Urtica enthält es häufig oscillirende Körnchen.

Die Bewegungen von blassen Fasern und Strängen sind häufig langsam, wurmförmig, wie namentlich in den Zellen der Tentakel von Drosera und in den Brennhaaren von Urtica, die Bewegungen von schärfer vortretenden, etwas glänzenden einzel-

nen Fäden wie die von Fäden weitmaschiger Netze erfolgen dagegen meist ziemlich rasch, mitunter so rasch, dass es unmöglich ist die Fäden während ihrer Hin- und Hergänge im Auge zu behalten und führen zu mehr oder minder auffallenden Veränderungen der Form einzelner Fadenringe und der Maschensepten in den Netzen. An den Septen kommt es zu Oscillationen oder zu deutlich unterscheidbaren Ein- und Ausbiegungen an wechselnden Stellen ihres Umfangs mit geringer Weite der Exkursionen. Längere Fäden gerathen in eine zitternde Bewegung, wenn gleichzeitig oder sehr rasch nach einander verschiedene Abschnitte derselben kleine, kaum merkbare, sich sehr rasch folgende Ein- und Ausbiegungen ausführen. Seilwellenartige Schwingungen mit weiteren Exkursionen betreffen bald nur einzelne Abschnitte eines Fadens, bald denselben in seiner ganzen Länge; die Weite der Exkursionen ist an verschiedenen Abschnitten desselben Fadens häufig etwas wechselnd und gar nicht selten werden annähernd gleichmässige Hin- und Hergänge durch einzelne sehr weite Ausbiegungen unterbrochen.

Die auf- und abwogenden Bewegungen von Plasmakugeln tragen ganz denselben Charakter wie die Schwingungen der einzelnen Fäden und die der Netzfäden und auch die letzteren scheinen keine übertragenen Bewegungen, sondern durch rasch ablaufende Veränderungen ihres molekularen Gefüges bedingt zu sein. Im Bulbus einfacher Haare von Urtica sieht man mitunter neben zahlreichen, in lebhaftester tanzender Bewegung begriffenen Körnchen auch die zu einem sehr weitmaschigen Gerüst verbundenen Fäden in sehr rascher oscillirender Bewegung und es liegt dann nahe zu vermuthen, dass auch die Körnchenbewegung durch die gleiche Ursache wie die Oscillationen der Fäden hervorgerufen wird. Dagegen findet man mitunter in den Haaren zahlreiche und in ausserordentlich lebhafter Bewegung begriffene Körnchen, während die Fäden keine oder nur sehr schwache Bewegungen ausführen und andererseits erlöschen mitunter lebhafte Bewegungen einzelner Fäden, seltener die der Septen ganzer Netzabschnitte, ganz plötzlich, bei Fortdauer der Molekularbewegung der Körnchen. Wenn ferner die gleichmässig schwingende Bewegung eines längeren Fadens durch eine ruckweise eingetretene, sehr starke Ausbiegung seines Mittelstücks unterbrochen worden ist, behält das letztere häufig seine, dem Ende der Schwingungsphase entsprechende, Lage für geraume Zeit unverändert bei, während die Endstücke des Fadens nach wie vor hin und her schwingen. Wären aber die Bewegungs-

impulse nur mitgetheilte gewesen, so würde auch nach einer stärkeren Ausbiegung das ausgebogene Fadenstück seine Bewegungen gerade so fortsetzen wie die Endstücke und wie die übrigen unter gleichen äusseren Bedingungen sich befindenden Gerüstfäden.

Ebenso wenig ist ferner die Bewegung, in welche das flüssige Plasma durch die oscillirenden Körnchen versetzt wird, im Stande Schwingungen der Fäden hervorzurufen, da die letzteren in Haaren beobachtet werden, welche sehr spärliche Körnchen enthalten und zeitweise ganz fehlen, auch wenn sehr zahlreiche tanzende Körnchen vorhanden sind.

Auch die in den Staubfädenhaaren von Tradescantia nach Erlöschen der Strömung auftretende zitternde und schlängelnde Bewegung der Fäden und Stränge kann nur auf rasch ablaufende Veränderungen des molekularen Gefüges der letzteren selbst bezogen werden.

Zur Verfolgung der Um-, Neu- und Rückbildung geformter Theile erweisen sich die Fasern, Fäden und Netze in den Brennhaaren von Urtica als sehr günstige Objekte. Wenn man eine Netzlamelle für einige Zeit im Auge behält, sieht man die Form der Maschen und die Stärke der Septen sich ändern, einzelne der letzteren körnig werden und früher oder später verblassen und schwinden die ganzen Lamellen, während in der Umgebung neue entstehen. Dasselbe gilt auch von den fasrigen Bildungen, welche namentlich in Haaren von den Stielen bereits welkender Blätter sich in überraschender Menge finden. Neben Fadenringen und Fadenschleifen finden sich im basalen Haarabschnitt blasse, nicht scharf kontourirte, gerade und häufig parallele, sowie mannichfach gekrümmte Fasern die in wechselnder Zahl Verbindungen untereinander eingehen. Wie die Netze so unterliegen auch die Fasern unausgesetzten Veränderungen, sie ändern ihre Form und gegenseitige Lage, werden dicker oder schmäler, sondern sich zu einzelnen Stücken und verblassen und schwinden, während andere in der Bildung begriffene auftauchen. — Nach vorübergehendem Einleiten inducirter Ströme kommt es ziemlich rasch zu einer Aenderung der Form und Weite der Maschen wie der Dicke ihrer Septa.

Nach Brücke ist bekanntlich die Ursache für die Strömungen der körnerreichen, nach ihm nicht protoplasmatischen Flüssigkeit in den Kontraktionen des Zellleibes zu suchen, den die letztere durchströmt. Ich habe bereits früher [1]) die Umstände angeführt,

[1]) l. c. S. 83.

welche gegen die Annahme Brücke's sprechen, aber auch bei weiteren Beobachtungen habe ich keine Stütze für dieselbe gewinnen können.

Sowohl bei Urtica als bei Tradescantia habe ich eine besondere Wandschicht des Plasma überhaupt vermisst, die Körnchen streichen so dicht an der Membran hin, dass zwischen ihnen und der letzteren kein wahrnehmbarer Zwischenraum bleibt. Die Innenfläche des Plasmasacks, wie die breiteren Strombänder lassen zwar mitunter Verdichtungen in Form von Fasern oder Streifen erkennen, indessen sind dieselben, wie auch die vortretenden Buckel und Wülste, veränderliche und zum Theil selber körnchenhaltige Bildungen, welche entstehen und vergehen ohne einen Einfluss auf die Schnelligkeit der Bewegungen benachbarter Körnchenströme auszuüben. In den breiteren Strombändern der Staubfädenhaare von Tradescantia ist allerdings mitunter eine ruckweise eintretende Beschleunigung der Strömung sichtbar und wenn dann gleichzeitig eine hyaline, körnchenfreie Randschicht des Strombandes vorhanden ist, liesse sich vermuthen, dass Kontraktionen der letzteren die Strömung bewirkten; indessen fehlt einmal jede Veränderung in der Beschaffenheit der Randschicht, wie sie entsprechend den wechselnden Zuständen der Ruhe und der Kontraktion eines präsumptiven Zellleibes erwartet werden müsste und ausserdem betrifft die Beschleunigung der Körnchenströmung gar nicht immer das Strombett in seiner ganzen Breite. Auf der anderen Seite sieht man zwar nicht selten, namentlich bei Tradescantia, den Durchmesser der Strombänder rasch zu- und wieder abnehmen, ohne dass aber dadurch ein nachweislicher Einfluss auf die Schnelligkeit der Fortbewegung der Körnchen ausgeübt würde; es bewirkt die Verschmälerung der Strombänder keine Beschleunigung, ihre Verbreiterung keine Verlangsamung der Körnchenströmung, gleichviel ob eine körnchenfreie Randschicht vorhanden ist oder nicht. In den Haaren von Urtica wie in den Zellen anderer Pflanzen mit cirkulirendem Plasma finden sich ferner häufig genug feinere Stromfäden, welche sich während des Ablaufs der Körnchen weder bewegen noch Veränderungen ihres Durchmessers erkennen lassen, wie es nach der Voraussetzung der Fall sein müsste, dass Kontraktionen einer, wenn auch noch so zarten Hülle, die Strömung bewirken und unterhalten.

Unvereinbar mit der Brücke'schen Ansicht erscheint ferner das zeitweise Durcheinanderfliessen der Körnchen in Strömen der Wandschicht, die Verlangsamung, der Stillstand wie das Rück-

läufigwerden einzelner Körnchen, während benachbarte ihre Bewegung unverändert fortsetzen, das Fliessen einfacher, unmittelbar benachbarter Körnchenreihen in entgegengesetzten Richtungen und das Auseinanderfliessen ruhender und dicht zusammengelagerter Körnchen nach den verschiedensten Richtungen innerhalb körnchenarmer Abschnitte des wandständigen Plasma.

Vor Erlöschen der Bewegungen werden dieselben nicht blos verlangsamt, sondern auch die Bewegungsrichtung wird eine andere, indem in breiten Strombändern wie innerhalb der Wandschicht die Körnchen nach den verschiedensten Richtungen durcheinanderfliessen.

Nach völligem Stillstand der Bewegungen werden die Stromfäden und die schmäleren Bänder glänzend, bleiben aber homogen, während derbere sich in ihrer ganzen Dicke zu kleinen knotigen, scholligen, fädigen oder strangförmigen, nur durch sehr schmale, helle Lücken getrennten Portionen sondern, ohne dass eine besondere, die differenzirte Substanz einschliessende Hülle nachweisbar würde.

Zur Verfolgung der Bahnen einzelner Körnchen eignen sich noch besser als körnchenarme Abschnitte des Plasmaschlauchs in den Staubfädenhaaren von Tradescantia und in den Brennhaaren von Urtica, die den Bulbus der letzteren bekleidenden Epidermiszellen mit homogenem Inhalt. Es fliessen hier nicht nur Körnchen nach allen Richtungen durcheinander, biegen aus einer Richtung in die andere aus, werden rückläufig und machen Stillstände, sondern beschreiben zum Theil noch auffallendere Bahnen, einzelne scheinen sich zu jagen, andere, aufeinander zufliessende prallen vor einander zurück oder legen sich dicht aneinander, wirbeln zusammen im Kreise herum und stieben dann auseinander.

XIX. Ueber Struktur der Membranen von Pflanzenzellen und über Membranlücken.

In einer Untersuchung über den Durchtritt des Protoplasma durch die Wände von Pflanzenzellen bespricht Gardiner[1]) die

[1]) Some recent researches on the continuity of the Protoplasm through the walls of vegetable cells. Quarterl. Journ. Mic. Soc. January 1883.

von mir darüber gemachten Angaben und berichtet über die Befunde, welche er selber an den Epidermiszellen von Rhododendron pont. und von Dracaena Draco sowohl in Betreff des Vorkommens von Membranlücken als in Betreff der Struktur der Membranen, des Protoplasma und der Chlorophyllkörper gemacht hat. Da die von Gardiner gegen die Deutung des von mir Gesehenen erhobenen Einwände begründet sind, habe ich darauf hin die früher untersuchten Objekte bezüglich ihres Verhaltens zu bestimmten Reagentien einer erneuten Prüfung unterzogen und bin bei dieser Gelegenheit auf eine irrige Angabe aufmerksam gemacht worden die sich leider in der betreffenden früheren Arbeit findet. Ich habe in derselben als Untersuchungsobjekt Dracaena Draco aufgeführt, während es sich um Dracaena congesta handelte; da nun Gardiner auf meine Angabe hin die betreffenden Strukturverhältnisse bei Dracaena Draco untersucht hat, so habe ich nachträglich mich der Untersuchung derselben bei der letzteren Pflanze ebenfalls unterzogen.

Bezüglich der Netzstruktur des Protoplasma stimmt Gardiner im Wesentlichen meinen Angaben bei, sieht nur die Netze nicht so deutlich wie sie von mir beschrieben und abgebildet worden sind. Die Chlorophyllkörper zeigten ebenfalls einen netzförmigen Bau, schienen aber in Folge der Einwirkung verdünnten Glycerin's etwas geschwollen und desorganisirt zu sein; indessen auch an mit Pikrinsäure und absolutem Alkohol behandelten und nachträglich gefärbten Präparaten liefs sich eine Netzstruktur deutlich erkennen [1]).

---

[1]) Im ersten Band des biologischen Centralblatts findet sich ein Artikel von G. Klebs in Würzburg, über „Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung“ in welchem er bezüglich meiner „Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen“ äussert: „Leider konnte diese gewiss sehr fleissige Arbeit nicht benutzt werden, wegen der darin herrschenden Unklarheit und der zu innigen Vermischung des Wahren und Falschen.“ Es ist selbstverständlich, dass man über Arbeiten deren Resultate vollkommen neu sind und mit den herrschenden Anschauungen vielfach im Widerspruch stehen, wohl referiren, nicht aber über dieselben urtheilen kann, ohne die in ihnen enthaltenen Angaben einer eingehenden Prüfung unterzogen zu haben. Klebs würde, wenn er überhaupt urtheilsfähig wäre, sich dies selber haben sagen können. Klebs spricht von einer in meiner Arbeit herrschenden Unklarheit; ich bedaure, dass ihm Manches nicht klar geworden ist, indessen liegt die Schuld doch wohl an ihm und sollte er mich nicht dafür verantwortlich machen, dass er selber schwer von Be-

In Betreff der Membranlücken meint Gardiner sei es ganz klar, dass ich Tüpfelbildungen mit Membranlücken verwechselt habe, dass thatsächlich jede angebliche Lücke durch ihre besondere Tüpfelmembran verschlossen sei; nach Färbung der Membran durch Chlorzinkjod oder andere Mittel überzeuge man sich leicht, dass eine schliessende Membran in keinem Fall fehlt und dass die Tüpfel nicht offen sind. Aus den von mir gemachten Angaben über feinere und derbere, die Lücken überbrückende Fäden gehe hervor, dass ich die den Tüpfel abschliessende Membran zwar gesehen, aber als solche nicht erkannt habe. Ich habe dagegen (bei Dracaena congesta) nicht blos feinere und derbere, die Lücken überbrückende Fäden gesehen, sondern ausserdem auch leere, d. h. von sehr heller, schwach brechender Substanz eingenommene Lücken und solche, welche einzelne blasse Körnchen oder feine und blasse Fäden einschliessen, die von einer Zelle zur andern ziehen. Beim Wechsel der Einstellung überzeugt man sich, dass die derben und glänzenden, die Lücke überbrückenden Fäden nur der optische Ausdruck einer die Lücke schliessenden dünneren Membranschicht sind, dass es sich nur um rinnenartige Vertiefungen in der Wandung handelt. In der

---

griffen ist. Klebs hält ferner die Angaben über den feineren anatomischen Aufbau der Plasmagebilde für noch sehr fragmentarisch, selbst zweifelhaft; in unzweifelhafter Weise geht aber aus dieser Aeusserung hervor, dass Klebs selbst nicht genau untersucht hat, da er sonst Wahrnehmungen gemacht haben würde, an welche er durch die von mir und Schmitz beschriebenen Strukturverhältnisse erinnert worden wäre.

Das Gleiche gilt auch von einer Auslassung Arthur Meyer's die sich in einer kürzlich veröffentlichten, „das Chlorophyllkorn" betitelten Abhandlung desselben findet. Es heisst da S. 15: „Eine Besprechung von Frommann's Arbeiten wäre werthlos, sie sind ohne Kenntniss der gewöhnlichsten anatomischen Thatsachen und unter Anwendung einer aussergewöhnlichen Fantasie entstanden; wer sie lesen will, wird nach Pringsheim's und nach meinen Angaben die Thatsachen leicht wiedererkennen, welche Frommann zu seinen Anschauungen verleitet haben könnten." Meyer scheint in seinem Dünkel gar keine Ahnung davon zu haben, dass es vollkommen gleichgültig ist, ob er den Lesern Anweisungen ertheilt über das was sie seiner Meinung nach von meinen Beobachtungen zu halten haben, da selbständige und vorurtheilsfreie Leser sich nicht durch die Meinungen Anderer in ihrem Urtheil bestimmen lassen; ihm selbst würde es nur förderlich gewesen sein, wenn er etwas genauer untersucht hätte, er würde dann auch keine Veranlassung gehabt haben, über meine Fantasie Betrachtungen anzustellen.

Regel befindet sich eine solche Vertiefung auf jeder Seite des verdünnten Membranabschnitts, derselbe durchsetzt dann die Lücke in ihrer Mitte, andere Male schliesst er aber den Eingang zu der einen der beiden betheiligten Zellen ab, so dass der Membrankontour hier nicht unterbrochen und nur eine einzige, entsprechend vertiefte Rinne vorhanden ist. Mitunter sieht man beim Wechsel der Einstellung die getrennten Membranabschnitte nicht mehr in der Mitte, sondern am Rande der Lücke durch einen Faden verbunden, was sich nur auf eine etwas schräge Stellung des verdünnten Membranabschnitts beziehen lässt, wenn es sich nicht um 2 getrennte Fäden handelte. Es sind aber gar nicht alle die Lücken überbrückende Fäden der optische Ausdruck einer verdünnten Membranpartie; manche und namentlich sehr feine und blasse Fäden schwinden beim Wechsel der Einstellung, die Lücke erscheint dann leer oder enthält ein oder ein Paar Körnchen oder es wird der Brückenfaden gekreuzt von einem anderen der von einer Zelle zur anderen zieht, wie von mir ausdrücklich hervorgehoben wurde. Der Nachweis, dass dies der Fall, lässt sich gar nicht führen, ohne dass man sich gleichzeitig und sehr leicht davon überzeugt, dass die derben und glänzenden Brückenfäden und Stränge nur der optische Durchschnitt verdünnter, rinnenartig vertiefter Membranabschnitte sind, die den Tüpfelbildungen zugezählt werden. Neben den letzteren kommen die leeren oder feine und blasse Körnchen und Fäden einschliessende Membranlücken vereinzelter vor und sind theils sehr schmal, spaltförmig, theils weiter. Sehr weite Lücken habe ich neuerdings einige Male am Querschnitt an den Seitenwänden wahrgenommen; dieselben waren in dem grössten Theil ihrer Ausdehnung durchbrochen, so dass ihre in die Aussen- und Innenwand übergehenden Abschnitte im Durchschnitt in Form von Zapfen in die Zelllichtung einragten. — Nach Tinktionen der Schnitte mit Magdalaroth oder Methylgrün waren die Tüpfelmembranen etwas schwächer gefärbt als die übrigen Membranabschnitte, während die feinen und blassen, in Lücken eintretenden oder sie durchziehenden Fäden entweder ungefärbt waren oder nur eine kaum merkliche Färbung angenommen hatten.

An den Wandungen der Epidermiszellen von Dracaena Draco sind die Tüpfelbildungen ebenfalls sehr häufig und treten an Querdurchschnitten in Form heller, meist sehr schmaler, scharf gezeichneter Spalten vor, welche meist nachweislich von der Mittellamelle durchsetzt werden. An den Innenwänden dringen

die Spalten meist nur einseitig, von dem Lumen der Epidermiszellen aus in die Membran ein und bis zur Mitte derselben vor oder durchsetzen sie fast ganz, so dass in beiden Fällen der entsprechende Kontour der Innenwand keine Unterbrechung erfährt. Nur selten schien die Spalte eine durchgehende zu sein. An dünnen, mit der Innenseite nach oben gelegten Flächenschnitten sieht man an den Innenwänden Tüpfel in wechselnder Häufigkeit, bis 7 an einer Wand, in Form schmaler, heller, mitunter von etwas stärker glänzenden Rändern eingefasster Spalten vortreten die in der Richtung des Längsdurchmessers der Zelle verlaufen. Die Spalten sind leer oder enthalten einzelne blasse und feine Körnchen (möglicherweise zum Theil die Durchschnitte feiner, durchtretender Fäden), oder werden von 1– 2 blassen und feinen Fäden überbrückt. Einige Male schien die Spaltöffnung von einer dünnen, schleierartigen Fortsetzung der Membran überzogen zu sein. Unzweifelhafte Lücken der Wandung habe ich viel seltener als bei Dracaena congesta und nur an Flächenschnitten innerhalb der Querwände oder an der Uebergangsstelle derselben in die Seitenwände wahrgenommen. Im ersteren Fall waren die Lücken sehr schmal und enthielten blasse, feine Körnchen oder einen feinen, von einer Zelle zur anderen ziehenden Faden, an der Verbindungsstelle von Quer- und Seitenwand fanden sich dagegen ein Paar Mal etwas weitere Lücken. Dieselben wurden eingenommen von einem Korn oder von ein Paar Körnern oder Körnchen, welche den gleichen Glanz wie die Membran besassen, während zwischen denselben feine und blasse Körnchen sichtbar waren, welche das gleiche Aussehen besassen, wie Protoplasmakörnchen.

Nach Gardiner sind ferner in den Zellwandungen von Dracaena und Rhododendron Fäden protoplasmatischer Natur nicht enthalten. Die Aussen- und Seitenwandungen der Epidermiszellen von Dracaena Draco lassen zwar eine anscheinend netzförmige Struktur erkennen, indessen nach Behandlung ganz dünner und rein querer Durchschnitte mit Chlorzinkjod treten in der geschwollenen Zellwand deutlich umschriebene Körnchen auf, die Gardiner für Wachs hält. Werden die Schnitte in einer verdünnten Kalilösung erwärmt, so scheinen die Körnchen etwas dichter aneinander gehäuft und beginnen sich zu lösen; werden die Schnitte in einer 5 procent. Kalilösung gekocht, so werden die Körnchen vollständig aufgelöst, die Zellwand bleibt ganz hell zurück und zeigt scharfe Ränder. Werden die Schnitte mit Aether

und dann mit kochendem Alkohol behandelt, so tritt eine erhebliche Lösung und Aufhellung ein. Es scheint demnach durch das Vorhandensein der Wachskörnchen sich sowohl das verwaschene Aussehen des die Zelllichtung begrenzenden Membranabschnitts als das Auftreten eines netzförmigen Gefüges der Membran zu erklären.

Nachdem ich mich bei meinen früheren Untersuchungen davon überzeugt, dass wandständige Protoplasmaschichten mit der Membran verschmelzen und einzelne Protoplasmafäden und Stränge in die Substanz derselben eindringen können, frug es sich zunächst ob und in welcher Ausdehnung die Membran überhaupt Strukturbesonderheiten darbietet, die sich vielleicht auf mehr oder weniger chemisch und physikalisch veränderte Plasmastrukturen beziehen lassen.

Die Cuticula zeigt bei Dracaena cong., soweit sie nicht homogen ist, ein körniges oder körnig-fädiges Gefüge, die Körnchen und Fäden sind meist glänzender und zum grossen Theil auch derber als die des Protoplasma; einzelne umfangreichere Prominenzen der Cuticula werden von feineren und derberen, sich theils kreuzenden, theils netzförmig verbundenen Fäden durchzogen, die eine wechselnde Anzahl Körnchen oder Fadenquerschnitte zwischen sich einschliessen. Bei Dracaena Draco bietet die Cuticula an Flächenschnitten ein sehr zerklüftetes Aussehen dar, indem sie sich zu glänzenden zackigen, unregelmässig gestalteten Platten, Körnern, Strängen und zu Fasern differenzirt hat, zwischen denen sich glänzende Körnchen, feinere Fasern und Fäden befinden die untereinander, wie mit den ersteren vielfach zusammenhängen.

Die kutikularisirte Schicht der Aussenwand besitzt bei Dracaena cong. theils eine homogene oder sehr fein und dicht körnige Beschaffenheit, theils ein deutlicher vortretendes körnig-fädiges Gefüge. Die zwischen den Körnchen sichtbaren und mit ihnen sehr häufig zusammenhängenden Fäden sind meist sehr kurz, nicht selten trifft man aber auch längere, überaus feine, geradlinige, glatte oder gekörnte Fäden, sparsamer etwas derbere, strangförmige. Stellenweise sind die feinen und kurzen Fäden mit den Körnchen zur Bildung von Netzen mit sehr engen, häufig nicht ganz geschlossenen Maschen verbunden oder es finden sich reiserförmig verzweigte und hie und da Verbindungen eingehende Fäden. An Querschnitten zeigt sich, dass die kutikularisirte Schicht nur selten in ihrer ganzen Dicke eine deutlich feinkörnig-

fädige Beschaffenheit besitzt und dass von ihr sehr häufig blattförmige, im Durchschnitt zapfenförmige Fortsätze abtreten die den Anfangstheil der Seitenwände oder dieselben in ihrer grössten Ausdehnung durchziehen; andere Male entspringt aus dem Ende des Zapfens ein glänzender, die Seitenwand durchziehender Faden oder ein Paar derselben, die meist der Ausdruck sehr zarter Lamellen zu sein scheinen, mitunter aber sich durchflechten oder überschneiden, in diesem Fall demnach thatsächlich Fäden sind. Die Speciallamellen für die einzelnen Epidermiszellen sind bald sehr schmal, mit etwas verdichteter, in Form eines glänzenden Saums an Durchschnitten vortretender Innenfläche, bald etwas breiter und zeigen dann häufig eine feinkörnig-kurzfädige Beschaffenheit, während ein deutlich netzförmiges Gefüge mit theils engen, theils weiteren Maschen und wechselnder Feinheit der Septen, nur ausnahmsweise vortritt. In ihrer ganzen Dicke, bis zur Cuticula, besitzt die Aussenwand an der Umbiegungsstelle in die Seitenwand an manchen Zellen ein gleichartig körnig-fädiges oder netzförmiges Gefüge und treten innerhalb desselben namentlich Fäden deutlich hervor die senkrecht oder schräg zur Oberfläche gerichtet sind. — Innerhalb der kutikularisirten Schicht wie an der Grenze zwischen derselben und den Speciallamellen sind bei Flächenansichten wie an Durchschnitten häufig schmale, helle, geradlinige, etwas gekrümmt oder winklig verlaufende Spalträume sichtbar, die leer sind oder einzelne blasse und feine Körnchen enthalten und theils in einer der Blattoberfläche parallelen Ebene verlaufen, theils quer oder schräg zur Cuticula aufsteigen.

Eine ganz ähnliche Beschaffenheit wie bei Dracaena congesta zeigen die kutikularisirte Schicht und die Speciallamellen bei Dracaena Draco. Bei Flächenansichten bietet die erstere ein blasses, feinkörnig-kurzfädiges, hie und da auch netzförmiges Aussehen dar und schliesst in wechselnder Häufigkeit derbere und längere, mitunter sich theilende Fasern wie kleine knotige und strangförmige, mit kurzen, zackigen Fortsätzen versehene und mit benachbarten Fäden anastomosirende Gebilde ein. Stellenweise bekommt die Zeichnung ein schraffirtes Aussehen, wenn kürzere und längere Fäden parallel und ziemlich dicht nebeneinander verlaufen, oder Körnchen und Fäden werden so fein und stehen so dicht, dass die Membran nahezu ein homogenes Aussehen darbietet. Meist lassen sich diese Strukturverhältnisse nicht in der ganzen Dicke der kutikularisirten Schicht wahrnehmen und schwinden schon bei geringem Wechel der Einstellung. An Querdurch-

schnitten zeigt die kutikularisirte Schicht eine homogene Beschaffenheit oder eine sehr feine, dem Schnittrande parallele Streifung und nur über einzelnen Zellen tritt eine zarte, feine und blasse quere Strichelung hervor, etwas häufiger sind, ebenfalls mehr oder weniger senkrecht zum Schnittrand gestellte, derbere und glänzendere, stäbchenartige Gebilde. Zwischen der kutikularisirten Schicht und den Speciallamellen zieht sich sehr häufig über einzelnen Zellen oder über ganzen Reihen derselben eine einfache oder mehrfache Reihe etwas glänzender Körnchen hin, welche vereinzelte sehr kurze Fäden zwischen sich schliessen. — Die Speciallamellen sind meist schmal und besitzen ziemlich häufig in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine dicht körnige oder körnig-fädige Beschaffenheit. An mehreren Zellen besass die Aussenwand in ihrer ganzen Dicke, bis zur Cuticula, eine gleichmässig blass körnig-fädige Beschaffenheit und liess eine Sonderung in Speciallamelle und kutikularisirte Schicht überhaupt nicht erkennen. Wie bei Dracaena cong. senken sich nicht selten zapfen- oder strangförmige Fortsätze der Speciallamellen in wandständiges Protoplasma ein oder prominiren frei in das Zellinnere, oder es senken sich umgekehrt Fäden, Fasern und Stränge wandständigen Protoplasmas in die Membran ein, verschmelzen mit derselben oder lassen sich in ihr noch auf eine kürzere oder längere Strecke unterscheiden. Bei einiger Genauigkeit in der Beobachtung lässt sich dies Verhalten mit Sicherheit feststellen und es ändert sich an den bezüglichen Befunden nicht das Geringste, wenn man die Schnitte einige Minuten in absolutem Alkohol, mit oder ohne vorgängiges Einlegen derselben in Aether, gekocht hat. Nach Kochen der Schnitte in 5 proc. Kalilösung quellen die Speciallamellen, werden durchscheinend, lassen seltener als sonst eine körnige oder körnig-fädige Zeichnung wahrnehmen, aber auch dann sind noch in einzelnen Zellen Fasern und Stränge wahrzunehmen die sich in die Membran einsenken oder von ihr abtreten, mitunter auch Reihen sehr feiner und meist kurzer Fäden, welche einen Besatz der Innenfläche der Aussenwand bilden.

Durch Kochen der Schnitte in absolutem Alkohol erfahren die Membranen keine Veränderungen ihrer Strukturen; es bleibt sich dabei ganz gleich, ob die Schnitte vor dem Kochen in Aether gelegt worden oder nachträglich noch mit Terpentinöl behandelt worden sind, welches letztere natürlich durch Alkohol wieder ausgezogen werden muss, da es die Schnitte zu durchsichtig macht.

Die körnige, körnig-fädige oder netzförmige Zeichnung der Membranen tritt genau so wie sonst, aber etwas deutlicher vor, da die Schnitte sich aufgehellt haben. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass durch das Kochen mit Alkohol Wachs ausgezogen worden ist, welches in einer mikroskopisch nicht wahrnehmbaren Form in die Membran eingelagert war. Es spricht dafür auch der Umstand, dass Wasser der Blattoberfläche nicht adhärirt und dass sich, wenn auch nur ein einziges Mal unter einer grossen Anzahl von Präparaten, auf der Cuticula von Dracaena cong. in beschränkter Ausdehnung eine Wachsauflagerung fand in Form dicht gestellter, weiss glänzender Körnchen und runder, seltener 3 oder 4 eckiger Körner, wie sie in ähnlicher Weise einen Ueberzug auf den Blättern von Thuja occidentalis bilden, auf denen sie indessen eine beträchtlichere Grösse erreichen.

Gardiner glaubt, dass die Einlagerung von Wachskörnchen in die Membran die Kontouren derselben unbestimmt erscheinen lasse und den Eindruck eines netzförmigen Gefüges mache. Innerhalb der Membranen oder an der Grenze derselben und des Protoplasma finden sich aber gar keine Wachskörnchen und die Aufhellung der Schnitte, welche auch Gardiner wahrgenommen hat, kann überhaupt nicht auf Rechnung der in der Membran sichtbaren Strukturelemente gesetzt werden, da dieselben und ebenso die Verbindungen zwischen Membran und Protoplasma durch das Kochen der Schnitte in Alkohol nicht im Geringsten alterirt werden. Ausserdem rufen distinkte Körnchen, wenn sie scharf eingestellt werden, nie den Eindruck eines netzförmigen Gefüges hervor.

Es kann somit die Thatsache, dass in der früher von mir ausführlich beschriebenen, wechselnden Weise, Zellwand und protoplasmatische Theile miteinander verbunden sind oder stellenweise ganz miteinander verschmelzen, nicht in Zweifel gezogen werden. Wenn es sich nun darum handelt festzustellen, in wie weit etwa die in der Membran sichtbaren Formelemente mit einiger Wahrscheinlichkeit auf protoplasmatische Theile bezogen werden können, deren Zwischensubstanz in Cellulose oder in Kutikularsubstanz umgewandelt worden ist, so ist zunächst ein Anhaltepunkt nur in der Form, der Anordnung sowie im Brechungsvermögen der bezüglichen Theile gegeben. In diesen Beziehungen ist aber die fein und blass körnige, körnig-fädige oder netzförmige Substanz in den Speciallamellen und in der kutikularisirten Schicht, zum Theil auch in der Cuticula selbst, den entsprechenden Bil-

dungen im Protoplasma so ähnlich, dass man sofort an die letzteren erinnert wird. Sieht man nun, wie an Stellen wo die Membran in ihrer ganzen Dicke, bis zur Cuticula, ein blass körnig-fädiges Gefüge besitzt, Fäden wandständiger Plasmaschichten nicht blos an die Membran herantreten, sondern sich in dieselbe einsenken und innerhalb derselben sich in einem feinen, zarten Fadenwerk verlieren dessen Fäden ein ganz gleiches Aussehen und eine gleiche Stärke besitzen, so ist die Vermuthung jedenfalls gerechtfertigt, dass auch die letzteren protoplasmatischer Natur sind und hier die Umwandlung von Protoplasma in Zellmembran vorwiegend oder ausschliesslich durch Einlagerung von Cellulose oder Kutikularsubstanz zwischen die Fäden und Körnchen zu Stande kommt.

In der Cuticula und in der kutikularisirten Schicht sind aber noch Körnchen, Körner, Fasern und Stränge enthalten die einen stärkeren Glanz als ähnlich geformte protoplasmatische Theile besitzen und ausserdem enthält die kutikularisirte Schicht auch ganz homogene Substanz. Ebenso bieten die Speciallamellen sehr häufig ein ganz homogenes Aussehen dar. Ob in diesen Fällen geformte Membrantheile wie ganz homogene Membranschichten protoplasmatische Theile einschliessen, muss natürlich dahingestellt bleiben, da sich darüber irgend welche bestimmte Anhaltepunkte in der entwickelten Membran nicht gewinnen lassen. Möglicher Weise sind sehr feine protoplasmatische Theilchen gleichmässig in der Substanz der Membran vertheilt, oder es sind Protoplasmakörnchen und kurze Fäden derber und glänzender geworden und mit der zwischen ihnen abgeschiedenen Membransubstanz zu homogenen, stärker glänzenden Bildungen verschmolzen.

Gardiner bezieht die von mir in der kutikularisirten Schicht der Aussenwand der Epidermiszellen von Rhododendron pontic. beschriebene feinkörnig-fädige Struktur auf das Vorhandensein kutikularisirter Lamellen, wie sie an Querschnitten durch die Blätter von Ilex aquifolium und bei Flächenansichten in der Aussenwand der Epidermiszellen sichtbar werden und in dem Lehrbuch der Botanik von Sachs beschrieben und abgebildet sind. Die von mir erwähnte fädige Zeichnung ist aber viel feiner und zarter als dass sie mit solchen kutikularisirten Lamellen verwechselt werden könnte, wie schon ein flüchtiger Blick auf die von mir über feinfädige und netzförmige Strukturen in den Membranen gegebenen Abbildungen zeigt. Ausserdem hätte Gardiner gar nicht nöthig gehabt, als Beispiel für das Vorkommen kutikulari-

sirter Lamellen auf Ilex aquifolium zu verweisen, da die Aussenwand der Epidermiszellen von Rhododendr. p. von kutikularisirten Bändern und Strängen durchzogen wird, die sowohl einzeln als bündelweise auftreten, meist homogen sind, mitunter aber eine dichtkörnige Beschaffenheit darbieten. Die feinen, meist kurzen, in ihrer Umgebung befindlichen Fäden scheinen sich vielfach in sie einzusenken. Auch hier treten in den Wandungen der Epidermiszellen die feineren Strukturverhältnisse nach Kochen der Schnitte in absolutem Alkohol in gleicher Weise vor wie vorher.

Aehnliche Beobachtungen über die Beziehungen zwischen Membran und Protoplasma wie an Dracaena und Rhododendron waren von mir auch an den Epidermiszellen von Aloe arborescens und an den Brennhaaren und den einfachen Haaren von Urtica gemacht worden. Die die letzteren betreffenden Beobachtungen sind um so instruktiver, weil der Bau der Membranen ein einfacherer ist und sich hier zeigte, dass die Anlagerung einer neuen Membranlamelle an die bereits vorhandenen in der Weise erfolgt, dass der Innenfläche der letzteren sich eine Netzlamelle oder eine Lage Körnchen anlegten und mit ihr verschmelzen, so dass sie, wenn man den flüssigen Zellinhalt zur Coagulation gebracht hat, sich nicht mit zurückziehen, sondern der Wand anheften. Dabei ragen von den Netzknotenpunkten ausgehende, sehr feine und kurze Fädchen oder Stiftchen frei in den Raum ein, welcher sich durch Retraktion des Plasmaschlauchs gebildet hat. Man kann nun natürlich einwenden, dass hier die Abscheidung von Cellulose zunächst in Form von Netzen oder von einzelnen Körnchen erfolgt sei und dass erst nachträglich die Maschen der Netze und die Zwischenräume zwischen den Körnchen ausgefüllt worden sind, indessen sprechen dagegen die folgenden Beobachtungen. Der Spitzentheil der einfachen Haare ist sehr häufig in einen soliden Kegel umgewandelt, so dass die ursprüngliche Haarlichtung bis zu $\frac{1}{3}$ oder $\frac{2}{3}$ ihrer Länge geschwunden ist. Die mattglänzende Susbstanz des Kegels bleibt ganz unverändert bei der Einwirkung von Reagentien, welche eine Gerinnung des Protoplasma bewirken und ist homogen oder besitzt ein fein körnig-fädiges oder netzförmiges Gefüge mit sehr engen Maschen. Die Körnchen, Fäden und Netze lassen sich von der sie einschliessenden Substanz bald mehr, bald weniger deutlich sondern. An der Grenze zwischen dem Kegel und der Innenfläche der Membran sieht man häufig die feinen und kurzen von der letzteren abtretenden Fäden sich in Netzknotenpunkte der Peripherie des Kegels einsenken. Inner-

halb der Kegel treten sehr häufig Hohlräume in Form länglicher Lücken auf, die bei dem Solidifikationsprocess des Protoplasma ausgespart worden sind und theils nur Körnchen, theils Netze einschliessen die durch Methylgrün und durch Jodtinktur gefärbt werden, während die Substanz des Kegels überhaupt nicht gefärbt wird, auch an den Stellen nicht, wo sie ein netzförmiges Gefüge erkennen lässt. An solchen Stellen nun, wo Netzfäden des in Lücken eingeschlossenen Plasmas sich in Netzknotenpunkte einsenken, die der Substanz des Kegels angehören, besteht eine Continuität der Fadenstruktur, aber die Färbung der Plasmafäden hört da auf, wo sie sich in die Netze des Kegels einsenken. Ebenso tritt auch an der Kegelbasis der Zusammenhang zwischen den Netzen derselben und denen des benachbarten, der Haarlichtung angehörigen Protoplasmas hervor, indem die Protoplasmanetze bald unmittelbar in stärker verdichtete Grundsubstanz der Kegelbasis eingreifen und innerhalb derselben undeutlich werden und schwinden, bald zunächst in eine mattglänzende, schwach brechende Substanz eingebettet sind, innerhalb deren sie noch deutlich unterschieden werden können und erst mit weiterer Dichtigkeitszunahme derselben schwinden. Wollte man annehmen, dass die innerhalb der soliden Substanz des Spitzenkegels noch sichtbaren Netze ursprünglich nicht protoplasmatischer Natur wären, so würde man einen direkten Uebergang protoplasmatischer, färbbarer Netze in ihnen gleiche oder ganz ähnliche statuiren müssen die nicht präformirt und überhaupt nicht protoplasmatischer Natur, sondern nur geformte Abscheidungen aus dem Protoplasma sind.

In Betreff des Vorkommens von Chlorophyllkörpern in den Membranen meint Gardiner, es sei kaum nöthig zu erwähnen, dass nach einer sehr sorgfältigen Untersuchung er in keinem Fall meine Beobachtungen habe bestätigen können.

Ich habe das Verhalten der Membranen bezüglich ihrer Chlorophylleinschlüsse einer erneuten und sehr genauen Prüfung unterzogen und kann auf Grund derselben nur die früheren Befunde bestätigen und ergänzen. Bei Dracaena Draco waren in der Cuticula und in der kutikularisirten Schicht, namentlich in der ersteren, ebenfalls umschriebene, grün gefärbte Stellen vorhanden, indessen habe ich hier die gemachten Befunde nicht weiter verfolgt.

Flächenschnitte können nur an ihren dünnsten Stellen, namentlich entlang der Ränder, zur Untersuchung benutzt werden. In allen Fällen wo ein Chlorophyllkörper in der Membran zu liegen scheint, hat man sich selbstverständlich davon zu überzeugen,

dass die Färbung der Membran keine mitgetheilte ist, dass ihr weder ein Chlorophyllkörper aufliegt, noch ein solcher sich unter ihr befindet. Auch ziemlich tief unter der Membran liegende Chlorophyllkörper sind noch im Stande, derselben eine, wenn auch sehr diffuse, Färbung mitzutheilen. Durchschnitte durch die Membran müssen sehr fein und rein senkrecht zur Blattoberfläche gemacht sein, um die Beziehungen der gefärbten Stellen zu ihren Umgebungen deutlich vortreten zu lassen.

Sowohl in der Cuticula als in der kutikularisirten Schicht finden sich gelbe, gelbgrüne oder grüne Körnchen und Körner und gelbgrün oder grün gefärbte grössere Körper, welche nach ihrer Färbung und zum Theil auch nach der Beschaffenheit ihres Innern den Chlorophyllkörpern gleichen, öfter eine andere Form als dieselben besitzen und zum Theil sie an Grösse beträchtlich übertreffen.

Die Körnchen sind vereinzelt eingestreut oder liegen in Gruppen von 5—10 dicht zusammen und sind in der Cuticula häufig durch ihre grössere Derbheit, stärkeren Glanz und lebhaftere Färbung ausgezeichnet. (Vereinzelt oder in Zügen und Gruppen finden sich innerhalb mancher verdickter Abschnitte der Cuticula braun gefärbte Körnchen).

Die Körner erreichen den doppelten bis 3fachen Durchmesser eines Kernkörperchens der Kerne der Epidermiszellen, sind rund oder oval, mitunter stäbchen- oder semmelförmig, enthalten blasse oder glänzende gefärbte Körnchen oder sind nahezu homogen und dann häufig stärker glänzend. In ihrer Umgebung liegen häufig einzelne gefärbte Körnchen und Fäden. In der Cuticula finden sie sich nicht selten im Innern oder am Rande scholliger, schuppen- oder kegelförmiger, ungefärbter Verdickungen derselben oder in der Umgebung grösserer grün gefärbter Körper.

Die umfangreicheren gefärbten Membranabschnitte zeigen nach ihrer Form, Grösse und Beschaffenheit ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten. Die kleineren Verdickungen der Cuticula sind mitunter ganz grün gefärbt, ausgedehntere Verdickungen schliessen nicht selten rundliche oder ovale, gefärbte Körper ein, welche nach Grösse, Form und Farbe ganz den Chlorophyllkörpern gleichen, mitunter sie an Grösse noch beträchtlich übertreffen. Ihr Inneres ist bald mehr, bald weniger deutlich fein- oder derber körnig oder körnig-kurzfädig, enthält häufig einzelne derbere Stränge, ist andere Male fast homogen und in ihrer Umgebung finden sich innerhalb der im Uebrigen nicht oder

nur sehr schwach gefärbten Scholle häufig vereinzelte lebhafter gefärbte Körner, Körnchen und kurze Fäden und Fasern. Aber auch nicht verdickte Abschnitte der Cuticula zeigen hie und da eine gelblich-grüne, umschriebene oder verwaschen auslaufende Färbung. An Querschnitten zeigt die Cuticula häufig spindelförmige, grün gefärbte Auftreibungen die an beiden Enden in den fädigen Kontour der unveränderten oder etwas verdickten aber ungefärbten Cuticula auslaufen oder es haben knotige, stärker prominirende Auftreibungen eine grüne Färbung angenommen. Die Spindelförmigen gefärbten Körper sind nach Aussen meist durch einen glatten, fortlaufenden Kontour begrenzt, während die Begrenzung der Knoten häufig eine unregelmässige ist, indem einzelne gefärbte Körnchen mehr oder weniger weit prominiren. Wenn die Cuticula über grössere Strecken und ziemlich gleichmässig verdickt ist, tritt sie in Form eines bandartigen, körnigen oder körnig-kurzfädigen Streifens vor, der sich mitunter über eine ganze Zellreihe hinzieht und dann häufig an einzelnen Stellen, mitunter in der Ausdehnung des Querdurchmessers einer Zelle oder in noch grösserer Ausdehnung, eine gesättigt grüne Färbung angenommen hat. Die grün gefärbten Abschnitte der Cuticula verändern so wenig als ungefärbte Verdickungen derselben ihre Lage durch Abpinseln des Schnitts oder bei Druck auf das Deckgläschen nach Wasserzusatz zum Präparat. Ausserdem lässt schon der Umstand keinen Zweifel an ihrer Zugehörigkeit zur Cuticula aufkommen, dass sie in ungefärbte Abschnitte der letzteren übergehen oder von solchen umschlossen werden.

Innerhalb der Membran sind gefärbte runde, ovale, streifige oder unregelmässig geformte Abschnitte derselben meist auf die kutikularisirte Schicht beschränkt, betheiligen seltener gleichzeitig die Speciallamellen. Die Färbung ist auch hier bald eine blassere, bald eine gesättigtere gelbgrüne oder grüne und entweder eine umschriebene, so dass der gefärbte Abschnitt den Eindruck eines Chlorophyllkorns macht, das in die Membran eingesprengt ist, wenn er Grösse und Form eines solchen und dabei ein ähnliches körniges oder körnig-fädiges Innere besitzt, oder sie ist eine verwaschene, läuft in die umgebenden, nicht gefärbten Membranabschnitte ganz allmählig aus. Bei Flächenansichten sieht man die gefärbten Körnchen ebenso deutlich wie die ungefärbten der Umgebung vortreten, während beim Wechsel der Einstellung weder unter noch über der Membran gefärbte Theile sichtbar werden.

Die Häufigkeit der gefärbten Membranabschnitte ist eine ziemlich wechselnde; an manchen Schnitten finden sie sich nur ganz vereinzelt oder fehlen ganz, an anderen Schnitten sind sie etwas häufiger und hie und da trifft man ein Paar gefärbte Stellen in demselben Gesichtsfeld.

Auf Zusatz von absolutem Alkohol entfärbten sich die grünen Membranabschnitte wie ein Theil der gelbgrünen rasch, während andere gelbgrüne sowie gelbe Körner sich nicht entfärbten.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1—8. Die successiven Veränderungen von Körner- und von Körnchenzellen bis nach Bildung eines Kerns mit glänzender Hülle und Stroma.

Fig. 1 *a—d*. Beim Ausgang der Beobachtung nimmt die Kernanlage der Zelle *a* die rechte Hälfte derselben ein, ist aber nirgends deutlich von der Körnchenschicht abzugrenzen, die mit einzelnen von der Hauptmasse sich ablösenden Körnchenreihen sich in das Innere der Kernanlage hineinerstreckt. In *b* sind unter Formveränderungen der ganzen Zelle die isolirten Körnchenreihen verschwunden, die ganze Körnchenschicht hat eine andere Configuration erhalten und schliesst ein Paar körnchenarme Lichtungen ein. In *c* hat sich die Form der Zelle abermals verändert, die Körnchen sind auseinandergewichen und zwischen denselben traten jetzt einzelne sehr kurze Fäden vor, durch welche sie stellenweise zu Netzen verbunden sind. In *a*, *b* und *c* finden sich entlang der inneren Grenze der Körnchenschicht, im Umfang der Kernanlage, Körnchen eingestreut, welche ein viel blasseres Aussehen besitzen als die der Hauptmasse der Körnchenschicht zugehörigen. In *d* hat sich aus der Kernanlage rasch ein Kern mit glänzender Hülle und Stroma gebildet, während die Körnchen fast sämmtlich geschwunden und die restirenden an die Peripherie der Zelle gerückt sind, die sich nach Bildung des Kerns verkleinert und abgerundet hat.

Fig. 2 *a—c*. Die Körnchenschicht umgreift in *a* den grössten Theil des Umfangs der Kernanlage; an der Grenze der letzteren sind in ihrer Substanz blasse und weniger dicht gestellte Körnchen reihen- und gruppenweise eingelagert. In *b* hat sich ein stumpf kegelförmiger Fortsatz entwickelt, die Mächtigkeit der Körnchenzone innerhalb der eingestellten Ebene ist geringer geworden und die

Kernanlage wird jetzt von der Körnchenschicht durch einen blassen, fädigen, mehrfach unterbrochenen Saum abgegrenzt. In *c* hat sich unter raschem Schwinden der Körnchen aus der Kernanlage ein heller Kern mit glänzendem Stroma und Hülle entwickelt, während das Hyaloplasma sich anfänglich beträchtlich ausgebreitet und dann wieder zusammengezogen hat.

Fig. 3*a*—*c*. Der linke Umfang der Zelle ist bei *a* und *b* durch eine überliegende Zelle verdeckt. Die Anfangs compakte Körnchenschicht hat sich in *a* bereits in weitmaschige Netze umgebildet bis auf einen kurzen konischen Fortsatz, der durch eine Lücke des blassen Kontours in das Innere der Kernanlage eindringt, in welcher dichtere Theile nur ganz blafs und verschwommen sichtbar sind. In *b* sind die Körnchen dieses Fortsatzes bis auf 3 dicht zusammenliegende ganz verblasst und kaum noch wahrnehmbar, während die Netze sich zu weitmaschigeren umgebildet haben und die glänzenden Körnchen in den Knotenpunkten zum grossen Theil derber geworden sind. Stromatheile treten innerhalb der Kernanlage zwar noch blass aber doch schon ziemlich deutlich hervor. In *c* hat sich die Kernanlage rasch in einen glänzenden, scharf gezeichneten Kern umgewandelt und die in *b* noch sichtbare Kontourlücke hat sich nach Schwund des durch sie in die Kernanlage eintretenden Fortsatzes der Körnchenschicht zum Theil durch einen derben, mit zackigem Fortsatz nach Innen prominirenden Hüllenkörper geschlossen.

Fig. 4*a* u. *b*. In *a* zeigt die in eine grössere ovale und in eine kleine rundliche Portion gesonderte Kernanlage eine kranzförmige Einfassung durch eine einfache Schicht kleiner, starkglänzender, zum Theil nicht deutlich von einander gesonderter Körner; bei dem rasch erfolgenden Ein- und Verschmelzen der Körner breitet sich das Protoplasma etwas der Fläche nach aus und gleichzeitig entstehen aus den beiden Kernanlagen 2 jetzt scharf gesonderte vortretende Kerne mit glänzender Hülle und Stromatheilen. Dass an der Bildung der Hülle sich die verschmelzenden Körner unmittelbar betheiligen, ging theils aus der direkten Beobachtung, theils aber aus dem Umstand hervor, dass die Hülle beider Kerne nur so weit derb war, als sie sich an Stelle der Körnerschicht entwickelt hatte, während sie entlang der sich gegenüberliegenden Grenzflächen beider Kerne in Form eines scharf gezeichneten, aber feinen Fadens vortrat.

Fig. 5*a* u. *b*. In *a* ragen vom oberen Umfang der Körnchenschicht ein Paar stumpfe Fortsätze derselben in das Innere der Kernanlage. In *b* sind die Körnchen etwas auseinandergerückt, zum Theil derber geworden und hängen vielfach untereinander durch feine Fä-

den zusammen; die Kernanlage lässt deutlicher als in *a* in ihrem Innern geformte Theile erkennen und wird stellenweise durch einen fädigen Saum begrenzt, während das Hyaloplasma sich zu einer grossen Zahl zackiger Fortsätze ausgezogen hat. Weitere Veränderungen wurden nicht beobachtet.

Fig. 6 *a*, *b* u. *c*. Bei *a* wird die Kernanlage von der Körnchenzone fast vollständig umschlossen, bei *b* zur Hälfte, und gleichzeitig sind die Körnchen auseinander gerückt. Soweit die Kernanlage unmittelbar an das Hyaloplasma grenzt, wird sie von demselben durch einen blassen, fädigen Kontour getrennt, während im Bereiche der Körnchenschicht die Substanz der Kernanlage sich ohne jede Abgrenzung in die Substanz fortsetzt, in welche die Körnchen eingebettet sind. Der Zellumfang hat sich beträchtlich vergrössert und das Hyaloplasma sich zu einer Anzahl zackiger Fortsätze ausgezogen. Einige Minuten später bildet sich unter raschem Einschmelzen der Körnchen ein glänzender Kern (*c*), um den das homogene Hyaloplasma sich zusammenzieht.

Fig. 7 *a*, *b* u. *c*. In *a* ist die Kernanlage verhältnissmässig klein und greift mit kurzen, zackigen Fortsätzen in die Zwischenräume zwischen den umgebenden Körnern ein. In *b* hat sich die Kernanlage beträchtlich vergrössert, die Körner sind zum Theil eingeschmolzen oder durch Theilungs- und Abschnürungsvorgänge kleiner geworden und haben sich so verschoben, dass sie nur noch um den rechtseitigen Umfang der Kernanlage angehäuft sind, während dieselbe links durch einen blassen fädigen Kontour von dem unmittelbar angrenzenden hyalinen Protoplasma sich abhebt. Die Zelle hat sich vergrössert und zahlreiche zackige Fortsätze erhalten. In *c* hat sich die Zelle noch mehr vergrössert, von ihrem Umfange rechts sich eine blasse homogene Kugel abgeschnürt, die Mehrzahl der Körner hat sich unter Vakuolenbildung verflüssigt und die Kernanlage sich in einen hellen, glänzenden, scharf gezeichneten Kern umgewandelt.

Fig. 8 *a*—*d*. In *a* greift die Kernanlage an ihrem linksseitigen Umfang mit zackigen Fortsätzen zwischen die Körner ein, während ihr Umfang rechts eine körnige Beschaffenheit besitzt. In *b* hat die Zelle ihre Form etwas verändert und die Kernanlage sich beträchtlich vergrössert; sie besitzt jetzt in der ganzen Ausdehnung ihres Umfangs zackige Fortsätze, die zum Theil derber und länger sind als in *a*. Die Körner fangen an auseinander zu rücken. In *c* hat sich der grösste Theil derselben verflüssigt, die übrigen haben sich in unregelmässiger Weise in der sehr beträchtlich vergrösserten Zelle vertheilt, deren überaus zarte Kontouren längs eines Theils des recht-

seitigen Umfangs gar nicht mehr zu erkennen sind. Aus der Kernanlage ist ein scharf gezeichneter Kern mit glänzender Hülle und Stroma entstanden. In *d* ist der Rest der Körner eingeschmolzen, der Kern hat sich abgerundet, die Zelle sich verkleinert und ihre Form verändert, ihre Kontouren sind wieder deutlicher geworden und ihr zum grössten Theil homogenes Innere enthält ausser ein Paar Körnern noch mehr oder weniger dicht gestellte, beim Einschmelzen der Körner zurückgebliebene Körnchen.

Fig. 9. Zelle, deren Kernanlage nur ganz undeutliche blasse Stränge und Knoten enthält und keine ihr zugehörige Hülle besitzt. Von dem Reiserwerk der Fäden des Zellkörpers erscheint die Kernanlage hier nur deshalb scharf gesondert, weil die ersteren nicht frei in ihr Inneres einragen, sondern sich unter einander zu längeren, ihre Oberfläche umspannenden Fäden verbunden haben, zwischen denen Lücken frei bleiben, durch welche die Substanz der Kernanlage unmittelbar übergeht in die hyaline Substanz, in welche die Fäden eingebettet sind. Die die Kernanlage umfassenden fädigen Kontouren gehören demnach gar nicht der letzteren selbst an. Die Maschen des Reiserwerks der Fäden wechselten im Verlauf von $^1/_4$ Stunde ihre Grösse und Form, die Fäden änderten ihre Richtung und Stärke, während ein zum Theil netzförmiges Kerngerüst immer deutlicher und schärfer vortrat. Dagegen kam es hier nicht zur Bildung einer besonderen Kernhülle, sondern zur direkten Verschmelzung von Fäden des Zellkörpers mit Theilen des Kernstromas.

Fig. 10 *a*—*e*. Zellen aus einem durch Fettabschluss vor Verdunstung geschützten Präparate, $4^1/_2$ Stunde nach Anfertigung desselben.

a. Körnerzelle, deren Bewegungen und Formveränderungen bald lebhaft, bald langsam ununterbrochen angehalten hatten, bis gegen Ende der Beobachtungszeit die Körner zum grössten Theil miteinander zu einer homogenen Masse verschmolzen, ohne dass es zur Bildung eines Kerns aus der Kernanlage gekommen wäre.

b. Zelle, deren Hyaloplasma nach Schwund der Körner oder Körnchen eine fein granulirte Beschaffenheit erlangt hat, ohne dass aus der fast ganz homogenen Kernanlage sich ein Kern entwickelt hat.

c. Zelle mit homogener Kernanlage, deren Hyaloplasma noch Streifen und Gruppen glänzender Körnchen enthält, aber so blass und durchscheinend geworden ist, dass es sich nur längs des des unteren Zellumfangs begrenzen lässt.

d. Zelle, deren Kernanlage blasse Knoten und Stränge enthält, welche theils das Innere derselben durchziehen, theils ihre Hülle bilden. Die in der Umgebung der Kernanlage befindlichen Streifen und Gruppen von Körnchen sind bei dem Einschmelzen der Körner zurückgeblieben. Kontouren des Hyaloplasma gar nicht wahrnehmbar. An den Zellen *b*, *c* u. *d* traten weder Bewegungen noch Veränderungen ihres Inhalts ein.

e. Kern mit glänzendem Stroma und Hülle, der von einer sehr schmalen Schicht Hyaloplasma umschlossen wird. Während der Beobachtung quillt die letztere plötzlich auf und wölbt sich in Form eines blassen, sich nicht weiter verändernden Buckels vor, dessen Grenze durch die punktirte Linie angedeutet ist. Da die Zelle nur gelegentlich zur Beobachtung kam, blieb es unentschieden, ob sie so wie sie vorlag, schon im frischen Präparat enthalten oder aus Umwandlung einer Körner- oder Körnchenzelle hervorgegangen war.

Fig. 11, 12 und 13. Veränderungen von Zellen nach Zusatz einer 5proc. Lösung von Chlornatrium und dann von Wasser zum Blut.

Fig. 11*a*—*e*. Die Körnerzelle *a* hat sich in *b*, nach Zusatz der Salzlösung in ein glänzendes, homogenes Gebilde umgewandelt, in welchem einzelne Körner nicht mehr zu unterscheiden sind, in dem aber Hyaloplasma, die aus den verschmolzenen Körnern gebildete Scholle und die Kernanlage noch unterschieden werden können. In *c* beginnende Sonderung der Scholle zu einzelnen sich vakuolisirenden Körnern. Nach Vakuolisirung und Verflüssigung der Körner hat sich die Kernanlage in *d*, theils in Folge ihrer Quellung, theils in Folge ihrer Verschmelzung mit der Substanz der verflüssigten Körner sehr beträchtlich vergrössert und zeigt, bis auf eine Anhäufung körnig fädiger Substanz in ihren centralen Abschnitten, eine vollkommen homogene Beschaffenheit. Am linkseitigen Umfang wird sie von einer sichelförmigen Zone von Körnchen eingefasst, die bei dem Schwund der Körner zurückgeblieben sind und im Bereich dieser Zone hat das Hyaloplasma einen grofsen ovalen Fortsatz vorgetrieben. Nachdem auch diese Körnchenzone geschwunden und mit der Kernanlage verschmolzen war, entstand nach Wasserzusatz das Bild von *e*, inmitten des Hyaloplasma, das sich auch nach rechts hin ausgebreitet hat, tritt an Stelle der Kernanlage ein grosser Kern vor mit verhältnissmässig derber Hülle und radiär nach Innen gerichteten, zum Theil verästelten Fäden und Bälkchen, die in der Hülle wurzeln und eine fein und dichtgranulirte Grundsubstanz durchzie-

hen, in welcher noch einzelne derbere Stromatheile frei eingelagert sind.

Fig. 12 *a* — *d*. Die Körnchenzelle *a* hat sich nach Zusatz der Salzlösung in *b* in ein glänzendes, homogenes, scharf contourirtes Gebilde umgewandelt, in welchem die Körnchen bis auf vereinzelte zu einer glänzenden gelblichen Scholle verschmolzen sind. In *c* ist die Kernanlage beträchtlich gequollen und schliesst in der Mitte ihrer im Übrigen homogenen Substanz eine Anhäufung blasser Körnchen ein: die Scholle hat sich wieder zu einzelnen Körnchen gesondert, die blasser sind und weniger dicht stehen als vor ihrer Verschmelzung. Nachdem der grösste Theil der Körnchenschicht von *c* sich verflüssigt hat und mit der gequollenen Kernanlage verschmolzen ist, das Hyaloplasma lappige Fortsätze vorgetrieben hat, bildet sich auf Wasserzusatz aus der Kernanlage ein sich etwas zusammenziehender Kern von ähnlicher Beschaffenheit wie in *e* Fig. 11.

Fig. 13. Ein einseitig von einer mächtigen Schicht Hyaloplasma umgebener Kern, der sich aus der gequollenen und durch Verschmelzen mit dem Körnerplasma noch vergrösserten Kernanlage entwickelt hat. Das Kerninnere zeigt die gleiche feine und dichte Granulirung und besitzt ein ähnliches Stroma wie die Kerne in *e* u. *d* Fig. 11 u. 12, dagegen besteht hier die Hülle im Durchschnitt aus einer grossen Zahl einzelner Körner und kurzer, stäbchenförmiger Bruchstücke, die durch kleine Lücken von einander getrennt sind und von denen die derberen Stromatheilchen nach Innen ausstrahlen.

Tafel II.

Fig. 14—18. Verschiedene Kernformen zur Erläuterung der wechselnden Beschaffenheit von Stroma und Hülle.

Fig. 14 *a* — *e*. Freie Kerne mit wechselnd derber, glänzender und zum Theil sehr unregelmässig gestalteter Hülle, die bei *b*, *c*, *d* und *e* mit Einbiegungen und ungewöhnlich derben zapfenförmigen Fortsätzen versehen und mit Ausnahme des Kerns *e* durch einzelne Lücken unterbrochen ist. Das Innere der Kerne enthält in wechselnder Zahl und Vertheilung verästelte Fäden, Körner, Körnchen und derbere, zum Theil ausgezackte, knotige und strangförmige Gebilde, welche in *a* und *d* sehr beträchtliche Dimensionen erreicht haben. In *e* ist das Kernlumen durch die mächtige und ungleiche Verdickung der Hülle sehr beträchtlich und ungleich verengt, so dass der Kernraum in 4 ungleich grosse Kammern zerfällt.

Fig. 15 *a*—*h*. Kerne, die zum grössten Theil ein dichtes Stroma und eine zartere, nur partielle Verdickungen aufweisende Hülle besitzen.

a. Sehr unregelmässig kontourirter Kern, dessen Hülle zahlreiche Unterbrechungen besitzt und dessen Inneres neben einem ausgezackten Kernkörperchen ein Reiserwerk von Fäden enthält.

b, *c* u. *d* Kerne, deren Inneres zum grossen Theil von Fadennetzen oder Bruchstücken derselben erfüllt wird, welche mit den runden (in *b* Vakuolen einschliessenden) Kernkörperchen in *b* und *c* und ebenso mit den diesen gleichwerthigen zackigen Knoten und Strängen zusammenhängen, die in *d* eine ungewöhnliche Stärke erreicht haben. Die Kerngrenze wird am unteren Umfang von *b*, am unteren und oberen von *d* nur durch Theile der Netze gebildet, während eine besondere Hülle in Form einzelner wechselnd derber, durch kleine Lücken von einander getrennter Fäden vortritt, an deren Stelle am rechtseitigen Umfang von *c* eine Reihe durch schmale Spalten von einander getrennter Körnchen tritt. Derbere knotige und zackige, in das Kerninnere einspringende Verdickungen besitzt die Kernhülle am oberen Umfang von *b*. Am Umfang von *d* hängen rechts und links an Stelle der Lücken 2 Fäden der Hülle mit Fäden des Kerninnern zusammen, laufen in dieselben, in das Kerninnere einbiegend, frei aus und am unteren Umfang von *c* greift ein Hüllenfaden mit seinen Enden theils über theils unter die Enden der anstossenden Hüllenabschnitte aus, erscheint zwischen dieselben eingeschaltet. Wie mit den Kernkörperchen, den Knoten und Strängen, so hängen die Netze auch überall mit den Theilen der Hülle zusammen.

e und *f* Durchschnittsbilder der oberen Abschnitte von 2 Kernen, deren grösster Durchmesser durch die Schattirung angedeutet ist. Am oberen linken Umfang von *e* und am unteren von *f* fehlt eine besondere Hülle ganz, die Grenze des Kerns wird hier nur durch die Körnchen in seiner Peripherie gebildet. In *e* zwei zackige Kernkörperchen, in *f* ein kleines, kernkörperartiges Gebilde.

g und *h* Durchschnittsbilder von 2 Kernen oberhalb ihrer äquatorialen, durch die Schattirung angedeuteten Ebene. Die Hülle von *g* zeigt mehrere Lücken und entsendet zackige Fortsätze in das Kerninnere, welches einzelne spindelförmige Stränge und kleinere Knoten aufweist. In *h* läuft die Hülle am oberen linken Umfang in eine Körncheureihe aus und hängt überall mit den Netzen des Kerninnern zusammen, welche eine Anzahl Kernkörperchen einschliessen.

Fig. 16. *a* u. *b* derselbe Kern in der Ebene seines äquatorialen Durchmessers und in der Ebene seines oberen Abschnitts. Bei

a zeigt die mit zackigen Fortsätzen versehene Hülle am oberen Umfang ein Paar Unterbrechungen, während im Bereich der Lücke am unteren Umfang sich die Hüllenfäden übereinander schieben. Im Kerninnern knotige und strangförmige, mit zackigen und längeren fädigen Fortsätzen versehene Gebilde. Bei *b* zeigt die Hülle mehrere Unterbrechungen und wird am rechtseitigen Umfang durch eine Körnchenreihe ersetzt.

Fig. 17, *a*, *b* u. *c* 3 übereinanderliegende Durchschnittsbilder desselben Kerns, die mit der Änderung seiner Form auch einen Wechsel in der Beschaffenheit der Hülle und der Theile des Stroma zeigen. Die Hülle ist bei *a* mehrfach unterbrochen und wird am oberen Umfang durch einen feinen Faden gebildet, das Innere enthält derbere Knoten und Stränge und verästelte Fäden. In *b* und *c* zeigt die Hülle zahlreiche Lücken von wechselnder Weite und verschmälert sich am oberen Umfang von *b* zu einem feinen Faden. Die derberen Stromatheile werden vorwiegend durch fädige, mit spindelförmigen Verdickungen besetzte Stränge gebildet.

Fig. 18*a*—*d* successive Durchschnittsbilder desselben Kerns. Bei *a* verschmälert sich die Hülle am oberen Umfang zu einem feinen Faden; bei *b* treten 2 kleinere Lücken in der Hülle in der Mitte des Umfangs rechts und links auf, eine grössere am oberen Umfang, ausserdem eine schmale Netzschicht entlang des rechtseitigen Umfangs; bei *c* findet sich eine Netzschicht am unteren Umfang, am linksseitigen oberen und theilweise auch am rechtsseitigen Umfang wird die Hülle durch Körnchenreihen ersetzt; bei *d* ist das Bild wieder ganz verändert, die Hülle wird am unteren Umfang sehr zart, fehlt aber ganz und entsendet vom rechtsseitigen Umfang lange, verästelte Fortsätze in das Kerninnere.

Fig. 19*a*—*e* abgestorbene Zellen aus dem Blute eines seit 3 Tagen todten Krebses.

Bei *a*, *b* und *c* dichte Granulirung, bei *d* und *e* beginnende körnige Trübung des Hyaloplasma, *a* und *e* besitzen eine verhältnissmässig derbe, hie und da durch Lücken unterbrochene Hülle.

Fig. 20*a*—*e* durch Essigsäure veränderte Zellen.

Die Zellen *b*, *c* und *d* bieten das gewöhnliche Bild der nach Einwirkung der Essigsäure eintretenden Veränderungen. In den mittleren Abschnitten der Zellen bilden die dicht zusammengedrängten Körnchen, knotige Gebilde, und meist kurze, zum Theil bogenförmige Fäden den Kern, welcher ohne alle scharfe Grenze in das Körnerplasma übergeht. In dem letzteren sind Körnchen wechselnd dicht, am dichtesten in der Umgebung des Kerns eingelagert, bei *d* auch

einzelne nicht eingeschmolzene Körner, ausserdem wird das Körnerplasma durchzogen von radiär nach Innen und concentrisch zur Peripherie verlaufenden, durch ihre Verbindungen ein Gitterwerk darstellenden Fäden. In der peripheren, den ursprünglichen Körnerhaufen einschliessenden Schicht Hyaloplasmas sind Körnchen nur vereinzelt eingelagert.

In der Zelle *a* waren schon vor der Säurewirkung einzelne derbere Stromatheile in der Kernanlage sichtbar, die nach der ersteren schärfer vortraten, während zwischen ihnen auch hier das Kerninnere dichtkörnig geworden ist. Im Körnerplasma hatte sich ein Fadengitter nicht entwickelt, statt dessen sich reiserförmig verzweigte Fäden differenzirt, neben denen noch ein Paar unveränderte Körner vortreten.

e^1 Körnchenzelle vor, e^2 dieselbe nach Einwirkung der Säure. Aus der Kernanlage von e^1 sind unter Einwirkung der Säure hier eine grössere Zahl derber, zackiger Knoten entstanden, so dass das entstandene Gebilde hier ein ähnliches Aussehen erlangt hat wie Kerne, die sich spontan entwickelt haben.

Fig. 21 *a* u. *b* 2 durch Zusatz von Alkohol absolutus zum Blut veränderte Körnerzellen.

Das Aussehen des Kerns in *a* ist ähnlich wie nach spontaner Differenzirung eines Stromas aus der Kernanlage, während der Kern von *b* zum Theil körnig, zum Theil homogen und stark glänzend ist. Die homogenen glänzenden Massen, zu welchen die Körner verschmolzen waren, haben sich zu blassen, ziemlich dicht gestellten Körnchen differenzirt, die in der Peripherie zur Bildung einer mehr oder weniger derben und continuirlichen Hülle verschmolzen sind. Das Hyaloplasma ist bei *a* homogen, bei *b* sehr zart granulirt und hat eine zartere Hülle als das Körnerplasma erhalten.

Fig. 22—28 Zellen vor und nach Einwirkung inducirter Ströme.

Fig. 22*a*. Zelle mit blasser, feinkörnig-fädiger, von der umgebenden Netzschicht nirgends scharf abgegrenzter Kernanlage. Auf Einleiten der Ströme entsteht innerhalb weniger Sekunden ein scharf abgegrenzter Kern mit glänzender derber Hülle und Stroma, während das Hyaloplasma sich so beträchtlich ausgebreitet hat und so durchscheinend geworden ist, dass es sich nicht mehr begrenzen lässt (*b*). Auf der Lithographie ist das Hyaloplasma durch einen fädigen Kontour begrenzt, der nicht vorhanden war. Die Netzschicht ist im Hyaloplasma eingeschmolzen und nur ein schmaler Körnchenstreif zurückgeblieben. Die feinen und blassen Fäden und Körnchen,

welche in der Kernanlage bei *a* vorhanden waren, sind mit Bildung des Kernstromas verschwunden.

Fig. 23 *a*. Blasse gleichmässig körnig-fädige Zelle ohne Kernanlage und ohne besondere Hyaloplasmaschicht. Im Verlaufe einiger Sekunden erhält nach momentaner Einwirkung der Ströme die Zelle unter Aenderung ihrer Form die in *b* abgebildete Beschaffenheit. Im Zellkörper treten Körnchen und ein Reiserwerk von Fäden schärfer hervor und schliessen einen neugebildeten Kern mit glänzender Hülle und spärlichen glänzenden Stromatheilen ein. Im Bereiche der Lücke im oberen linksseitigen Umfang des Kerns findet sich eine der Hülle zugehörige, aber von ihr getrennte und in das Kerninnere eingerückte Faser.

Fig. 24 *a*. Zelle, deren undeutlich granulirte Kernanlage zum Theil von einer Körnchen-, zum Theil von einer Netzschicht umschlossen wird. Nach Einleiten der Ströme schwindet die Netzschicht und die Körnchen ordnen sich zu streifigen, vom oberen Kernumfang ausgehenden Zügen an, während das Hyaloplasma sich so ausgebreitet hat und so durchscheinend geworden ist, dass die Zellgrenzen nicht mehr zu bestimmen sind (*b*). Die Hülle des Kernes besitzt eine sehr wechselnde Stärke, sein helles Innere schliesst vorwiegend feinere, aber deutlich vortretende Körnchen und Fäden ein, während die blasse Granulirung der Kernanlage von *a* ganz geschwunden ist.

Fig. 25 *a*. Körnchenzelle vor, *b* nach Einwirkung der Ströme. Der Kern in *b* übertrifft die Kernanlage von *a* an Grösse und wird theilweise noch von einer Körnchenschicht umgeben. Längs des oberen Umfangs des Kerns hat sich das Hyaloplasma beträchtlich ausgedehnt und ist hier nicht mehr deutlich zu begrenzen.

Fig. 26 *a*. Blasskörnig-fädige Zelle ohne Kernanlage. Unmittelbar nach Einleiten der Ströme entsteht ein glänzender Kern mit derber, vielfach unterbrochener Hülle und derben Stromatheilen, der von einer Körnchenzone und von einer in 2 lappige Fortsätze auslaufenden Hyaloplasmaschicht umgeben wird (*b*).

Fig. 27 *a*. Zelle, die ganz aus einem Reiserwerk blasser verzweigter Fäden ohne Kernanlage besteht. In *b*, nach Einwirkung der Ströme, hat sich im Bereiche des linksseitigen Umfangs des neugebildeten Kerns das Hyaloplasma beträchtlich ausgedehnt und ist so durchscheinend geworden, dass es sich nicht mehr begrenzen lässt. Der Kern zeigt eine ähnliche Beschaffenheit wie in Fig. 23 *b*.

Fig. 28. Die den oberen Umfang der Kernanlage in *a* umrahmenden Körnchen verändern nach Einwirkung sehr schwacher

Ströme erst ihre Anordnung, gruppiren sich dichter zusammen, sondern sich dann wieder zu zusammenhängenden, kleine Lücken einschliessenden Reihen (*b*) und verblassen und verschwinden schliesslich bis auf eine schmale Zone (*c*). Auf erneutes Einleiten der Ströme schwindet die letztere und es entsteht unter Grössenzunahme und Formveränderung der Zelle rasch ein glänzender Kern (*d*).

Fig. 29. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle. Im Bereiche der den Kern theilweise umschliessenden Körnchenzone sind die Grenzen des ganz durchscheinend gewordenen Hyaloplasmas nicht mehr zu bestimmen. Nach Bildung des Kerns hat das letztere 3 keulenförmige Fortsätze vorgetrieben, die erst ihre Form und Länge rasch und wiederholt ändern, dann sich verkürzen, verdicken und schliesslich miteinander verschmelzen.

Fig. 30. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle. Eine Anzahl Körner ist unverändert zurückgeblieben, die Mehrzahl hat sich nicht vollständig, sondern unter Hinterlassung von glänzenden, um den neugebildeten Kern angehäuften Körnchen verflüssigt. Nach Bildung des Kerns werden 2 lange kegelförmige Fortsätze in rascher Folge nach Art klonischer Contraktionen vorgestossen und wieder zurückgezogen und gleichzeitig schnürt sich von denselben eine Anzahl blasser Kugeln ab.

Tafel III.

Fig. 31—33. Veränderungen, welche sich an den unter dem Einfluss der Ströme umgebildeten Zellen im Verlaufe von 5 Stunden nach Einleiten derselben entwickelt haben.

Fig. 31. Blasser, nach Einwirkung der Ströme glänzend gewordener Kern, um welchen sich das Hyaloplasma zu einer dicht anliegenden Hülle zusammengezogen hat. Nach $4\frac{1}{2}$ Stunde quillt die letztere plötzlich zu 2 blassen, homogenen, buckelförmigen Wülsten auf, deren Grenze durch die nicht ausgezogenen Linien angedeutet wird und die sich nicht weiter verändern.

Fig. 32. Durch die Ströme umgebildete Körnchenzelle mit ziemlich dicht und fein granulirter, den Kern unvollkommen umschliessender Plasmaschicht. Am rechten Zellumfang tritt bald nach Bildung des Kerns ein blasser, homogener Plasmatropfen vor, der sich im Verlaufe einer Stunde so sehr vergrössert und ausbreitet, dass er den ganzen unteren Zellabschnitt umschliesst und dessen Grenze durch die unterste der unterbrochenen Linien angegeben ist.

Im Verlaufe von 2 weiteren Stunden zieht sich die blasse vorgetretene Masse erst bis auf die mittlere und schliesslich bis auf die innere, das granulirte Plasma unmittelbar begrenzende unterbrochene Linie zusammen.

Fig. 33*a*. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle, deren zackige Fortsätze nicht eingezogen worden sind. Vom rechtsseitigen Zellumfang wölbt sich bald nach Bildung des Kerns aus der Kernanlage ein blasser kugliger Wulst homogenen Plasmas vor, der sich im Verlaufe einer Stunde zu einem sehr voluminösen Anhang der Zelle entwickelt und dann rasch bis auf die unterbrochene Linie wieder zusammenzieht. Im Verlaufe von 4 weiteren Stunden verkleinert sich die Zelle sehr beträchtlich und bietet dann das in *b* wiedergegebene Aussehen dar. Der Kern ist fast ganz homogen geworden und lässt nur ein centrales kleines Korn unterscheiden. Die Körnchen in seiner Umgebung sind gleichmässiger dicht gestellt und einzelne derber geworden.

Fig. 34 und 35 farbige, Fig. 36—38 farblose, durch inducirte Ströme veränderte Blutzellen von Salamandra maculata.

Fig. 34*a*. Farbige Zelle mit zartem netzförmigen Kernstroma. Während der Beobachtung, eine Stunde nach Anfertigung des Präparats, verkleinert sich der Zellumfang sehr beträchtlich, das Protoplasma bildet nur noch eine schmale Schicht um den Kern von überall gleichem Durchmesser, und gleichzeitig hat der Kern eine glänzende, mehrfach unterbrochene, mit zackigen Fortsätzen versehene Hülle erhalten, während in seinem Innern unter Schwinden des blassen Stroma sich eine Anzahl zackiger, glänzender Körper (Kernkörperchen) entwickelt haben (*b*).

Fig. 35. Farbige, aus der ovalen in die Spindelform übergegangene Zelle. Während der Längs- und Dickendurchmesser der Zelle sich verkürzt, entsteht um den mit deutlich netzförmigem Stroma versehenen Kern ein schmaler heller Spaltraum, der in dem Maasse deutlicher vortritt, als das Protoplasma entlang seiner Grenze sich zu Körnchen oder zu einem (im Durchschnitt) fädigen Saum verdichtet. Gleichzeitig nimmt die Menge der Fäden und Knotenpunkte im untern Kernabschnitt zu. Nach Bildung des Spaltraums erfolgt keine weitere Grössenabnahme der Zelle.

Fig. 36. Farblose Zelle, die sich unter dem Einfluss der Ströme sehr beträchtlich verändert hat. Während die periphere Schicht des Protoplasmas, das in seiner ganzen Ausdehnung geformte Elemente nur undeutlich erkennen liess, sich zu einer homogenen glänzenden

Hülle verdichtet hat, haben sich im Innern der Zelle engmaschige Netze und 2 Kerne gebildet, welche einzelne Kernkörperchen, ein Paar Körnchen und Fäden einschliessen. Nachträglich haben sich die Netze zusammengezogen und von der Hülle gelöst, so dass der Zellinhalt nur da, wo die Kerne liegen, nicht durch einen Spaltraum von der Hülle getrennt ist.

Fig. 37 *a*. Farblose Zelle, die fast ganz aus sehr blassen, einzelne ausgezackte Kernkörper und Stränge einschliessenden Netzen besteht, die nur von einer sehr schmalen Zone schärfer vortretender Körnchen und Fäden umrahmt werden. Während 3 Minuten lang fortgesetzter Einwirkung der Ströme wurde die periphere, deutlich körnig-fädige Schicht homogen und nur am unteren Umfang differenzirten sich nachträglich aus derselben wieder Körnchen. Gleichzeitig bildet sich unter allmähliger Aufhellung des Zellinnern und unter Schwinden der blassen Netze ein Kern (*b*). Entlang der inneren Grenze der peripheren hyalinen Schicht entsteht allmählig eine zunehmend derber, glänzender werdende und schärfer vortretende Kernhülle, und von der Mitte des oberen und unteren Umfangs derselben entwickelt sich je ein mächtiger, zapfenartig in das Kerninnere einragender Fortsatz. Derselbe verschmilzt mit dem entsprechenden oberen und unteren Umfang eines mittlerweile gebildeten derben Kernkörperchens, das nach rechts und links zackige Fortsätze entsendet. Es wird auf diese Weise eine sehr derbe Scheidewand gebildet, durch welche der Kern in 2 nahezu gleich grosse Abschnitte zerfällt. Derbere und feinere Körnchen sind nur sparsam in das sonst homogene Kerninnere eingestreut.

Fig. 38. Farblose Zelle, die vor Einleiten der Ströme 3 blasse Kerne erkennen liess. Dieselben werden unmittelbar nach momentaner Einwirkung der Ströme glänzend und scharf kontourirt und verschmelzen dann zu einem einzigen gelappten 3fächerigen Kern.

Fig. 39—42. Flimmerzellen von der Rachenschleimhaut des Frosches vor und nach Einwirkung der Ströme.

Fig. 39. Der Kern ist bei *a* nur im Bereiche seines linkseitigen Umfangs durch eine im Durchschnitt fädige Hülle vom Protoplasma abgegrenzt, in seiner übrigen Ausdehnung geht seine sehr blass- und feinkörnige periphere Zone ohne alle deutliche Abgrenzung in das umgebende, deutlicher körnige Protoplasma über. Unter Einwirkung der Ströme verlängert sich erst der fädige Kernkontour, dann schnürt sich der verlängerte Abschnitt wieder ab und sondert sich zu einzelnen Körnchen, während der restirende Faden sich mit den beiden Enden etwas nach dem Kernkörperchen zu einbiegt. Der

Kernkontour vervollständigt sich dann zu einem unregelmässigen Oval durch reihenweise Anhäufung dicht gestellter Körnchen, die links zu einem Faden verschmelzen, an dessen Stelle beim Wechsel der Einstellung wieder eine Körnchenreihe sichtbar wird (*b*). Die in *a* blassen Körnchen des Protoplasma sind in *b* deutlicher geworden.

Fig. 40. Der Kern ist heller als das Protoplasma, weniger deutlich granulirt und in der Umgebung des Kernkörperchens ganz homogen. An seinem Umfang links fehlt ein fädiger Kontour und im Bereiche der Lücke geht sein sehr blasskörniger Inhalt ohne alle scharfe Grenze in das deutlicher granulirte Protoplasma über. Während der Einwirkung der Ströme verändert sich die Form des Kerns im Ganzen; seine Hülle erhält an ihrem unteren Umfang links eine kleine schleifenförmige Ausbiegung und von derselben ausgehend bildet sich ein Faden, der, das Kerninnere schräg durchsetzend, mit dem gegenüberliegenden Theil der Hülle verschmilzt. Dann schliesst sich die Lücke am linkseitigen Kernumfang durch eine Reihe dicht aneinander gedrängter Körnchen, die miteinander zur Bildung eines Fadens verschmelzen (*b*). Beim Wechsel der Einstellung verschwindet derselbe und an seiner Stelle tritt wieder eine Körnchenreihe vor.

Fig. 41. 2 Zellen, in denen vor Einleiten der Ströme die Kerne nur im Bereiche ihres unteren Umfangs fädig begrenzt waren, während am oberen Umfang derselben die sehr blass und fein granulirte Kernsubstanz allmählig in das derber und deutlicher granulirte Protaplasma überging. Unter dem Einfluss der Ströme bildete sich auch hier eine fädige oder, wie an der Zelle rechts, eine theils körnige, theils fädige Begrenzung des oberen Kernumfangs aus.

Fig. 42. Die Zelle *a* besitzt keinen Kern in der gewöhnlichen Bedeutung des Worts, sondern nur ein von einem Hof homogener Substanz umgebenes Kernkörperchen, in dessen Nähe sich eine birnförmige Vakuole befindet. Das Protoplasma ist nicht gleichmässig dicht körnig, sondern enthält eine Anzahl lichterer, körnchenarmer Stellen, die aber keine besondere Hülle, wie die Vakuolen, besitzen. Während der Einwirkung der Ströme wird das Protoplasma deutlicher körnig, z. Thl. auch körnig fädig und gleichzeitig bildet sich ein biskuitförmiges kernartiges Gebilde, indem die homogene Schicht in der Umgebung des Kernkörperchens einseitig an Ausdehnung gewinnt und eine Begrenzung durch dicht gestellte, scharf vortretende Körnchen erhält (*b*). Nach Unterbrechung der Ströme zieht sich das Protoplasma von der strukturlosen Hülle zurück, die sich während des Durchtretens der Ströme gebildet hatte.

Fig. 43—48. Köpfchen der Drüsenhaare von **Pelargonium zonale** mit verschieden beschaffenem Inhalt.

Fig. 43. Der in der Mitte des Köpfchens befindliche Kern schliesst ein excentrisch gelegenes Korn (Kernkörperchen) ein und wird von einer doppelten bis 3fachen Reihe von Körnern umgeben, zwischen denen Körnchen und feine und kurze Fäden eingelagert sind. Die zwischen Körnerhaufen und Membran befindliche protoplasmatische Flüssigkeit enthält ebenfalls vereinzelte Körnchen.

Fig. 44. Der Kern mit dem eingelagerten Korn wird von einer Schicht netzförmigen, wenige und kleine Körner einschliessenden Protoplasmas umgeben, während im übrigen der Binnenraum des Köpfchens kleine Körner, Körnchen und reiserartig verästelte feine Fäden einschliesst. Am oberen Umfang des Köpfchens beginnt die Membran sich fädig und körnig zu differenziren.

Fig. 45. Der kornhaltige Kern wird von einer Schicht theils deutlich netzförmigen, theils körnig-fädigen Protoplasmas umgeben, von welcher derbere, verästelte Fäden entspringen, welche zur Wand des Köpfchens ziehen und hier und da untereinander anastomosiren.

Fig. 46. Die periphere Schicht des Köpfchens wird eingenommen von einer zusammenhängenden Schicht netzförmigen Protoplasmas und von Körnern und Körnchen, welche in die Maschen der Netze eingelagert sind. Einzelne verzweigte Fadenreiser ragen frei in die von homogenem Plasma erfüllten centralen Partien des Köpfchens.

Fig. 47. Das Innere des Köpfchens wird durchsetzt von einem relativ derben, fädigen, einzelne derbere verzweigte Knotenpunkte bildenden und rundliche, ovale oder polygonale Maschen umschliessenden Gerüst.

Fig. 48. Das ganze Innere des Köpfchens wird eingenommen theils von mannichfach geformten Körnern, theils von strang-, band- oder stäbchenartigen Gebilden, die gerade oder bogenförmig verlaufen, sich hie und da theilen oder buckelförmige Auftreibungen zeigen und untereinander wie mit den Körnern durch feine Fäden zusammenhängen, welche, wie vereinzelte Körnchen, in den hellen Zwischenräumen vortreten.

Fig. 49. Kern mit 2 grösseren und 2 kleineren Vakuolen. Die linke Hälfte des Kernumfangs wird durch einen zarten, fädigen Saum begrenzt, der von den umliegenden Körnern durch eine schmale helle Spalte getrennt wird. Nach rechts geht der Kern allmählig und ohne Grenze in die ihn hier umgebende, undeutlich granulirte Masse über.

Fig. 50—61. Verschiedene Formen der Körner, Form und Grössenveränderungen derselben wie der stab- und strangförmigen Gebilde, Theilungsvorgänge und Verschmelzungen, Differenzirungen grösserer Protoplasmaschichten zu Netzen.

Fig. 50. 2 Körner, von denen das grössere eine Vakuole enthält und an seinem rechtseitigen Umfang in eine Anzahl zackiger Fortsätze ausläuft.

Fig. 51 *a*. Derber Körper von der Form eines Doppelhakens, von 3 derben Körnern umgeben; *b* in mehrere Fortsätze auslaufender Körper, der eine kleine, von einem dunklen Hof umgebene Vakuole einschliesst; *c* grösserer, unregelmässig gestalteter, in mehrere stumpfe Fortsätze auslaufender Körper mit 4 Vakuolen, die je ein blasses Korn enthalten, das von der Vakuolenwand durch einen schmalen, hellen Spaltraum getrennt wird.

Fig. 52 *a—n* successive, an einem Korn und einem zweiten aus seiner Theilung hervorgegangenen im Verlaufe einer Viertelstunde ablaufende Form- und Grössenveränderungen. Nach Entwicklung einer kleinen Vakuole in *e* und *f* kommt es bei *g* zur Einschnürung und bei *h* hat sich die Theilung vollzogen. *i—n* die weiteren Veränderungen des oberen der beiden aus der Theilung hervorgegangenen Körner, das sich rasch vergrössert und bei *n* mehrere kurze und feine dornenartige Fortsätze entsendet.

Fig. 53 *a—d* die successiven, im Verlaufe einer Viertelstunde ablaufenden Veränderungen dreier Körner. Das birnförmige Korn in *a* hat in *b* eine 4strahlige Gestalt angenommen, ist bei *c* unregelmässig polygonal geworden und enthält, wie auch das obere Korn, 2 kleine Vakuolen. Das untere Korn hat sich beträchtlich vergrössert, einen stumpf kegelförmigen Fortsatz erhalten und über seine Oberfläche läuft eine helle Leiste schräg hinweg. Bei *d* sind alle 3 Körner rund und kleiner geworden und die Vakuolen wieder geschwunden.

Fig. 54 *a—h* die an 3 benachbarten Körnern im Verlaufe $\frac{1}{2}$ Stunde eintretenden Veränderungen. Die beiden grösseren Körner zeigen bis *f* keinen sehr erheblichen Wechsel ihrer Form, während das kleine, eine Vakuole einschliessende Korn sich erst theilt (*b*) und seine Theilstücke dann wieder zu einem einzigen Korn verschmelzen (*c*), welches 2 Vakuolen einschliesst und bei *d* unter Grössenzunahme und nach Schwinden der Vakuolen zackige Fortsätze erhält. Bei *e* hat es eine biskuitförmige Gestalt angenommen, bei *f* sich wieder getheilt und zwischen die beiden Theilstücke sich ein stielförmiger Fortsatz des unteren der beiden anderen grösseren Körner einge-

schoben. Bei *g* ist dieser Fortsatz geschwunden, dagegen hat sich ein anderer hakenförmiger, nach abwärts gerichteter entwickelt, der mit seinem weiteren Wachsthum das untere der beiden kleineren Körner umschliesst und mit einem benachbarten Korn verschmilzt (*h*). Ausserdem haben sich die beiden grösseren Körner durch einen kurzen Fortsatz verbunden, so dass das Bild von *g* nicht wieder zu erkennen ist.

Fig. 55. Die bandartige Faser *a* bekommt bei *b* eine Einbiegung, bei *c* hat sich ein kurzes Stück von ihr abgeschnürt und schräg zu dem verdickten Faserende gestellt, bei *d* dasselbe sich in 2 Körner getheilt, die bei *e* wieder miteinander und mit der Faser verschmolzen sind.

Fig. 56. Die hakenförmig gebogene Faser *a* theilt sich in der Mitte, und an der Theilungsstelle entwickelt sich ein Korn (*b*).

Fig. 57 *a*—*d*. Bei *b* hat sich der rechtseitige Fortsatz am oberen Ende der Faser *a* abgeschnürt und in ein Korn umgewandelt; dasselbe ist bei *c* wieder mit dem linksseitigen Fortsatz zur Bildung einer bogenförmigen Faser verschmolzen, von welcher sich der abwärts gerichtete stielförmige Theil der alten Faser abgeschnürt, dann verkürzt und verdickt und darauf an seinem oberen Ende 2 stumpfe Fortsätze vorgetrieben hat. Bei *d* sind neu entstandene Fäden mit dem Stiel in Verbindung getreten, so dass derselbe jetzt an Bildung eines Septums betheiligt ist, das eine quadratische Masche einschliesst.

Fig. 58. Successive Veränderungen des oberen pyramidalen und unteren sichelförmigen Körpers von *a*. Der letztere nimmt zuerst eine unregelmässig 4eckige, dann in *c* und *d* eine birnförmige Gestalt an und der erstere differenzirt sich zu einzelnen kurzen Fäden und zu einem kleinen unregelmässig gestalteten Korn, das sich in *c* abgerundet hat, während aus den Fäden 2 kleine runde Körner entstanden sind. Die beiden unteren der 3 kleinen Körner sind in *d* zu einem schräg gestellten, kurzen, an dem einen Ende verdickten Stäbchen verschmolzen.

Fig. 59 *a*—*d*. Bei *a* ein fädiger, einer dickeren Faser aufsitzender und ein kleines Korn einschliessender Ring, der bei *b* sich nach oben und unten geöffnet und am Umfang rechts sich zu einem Korn und zu einer kurzen Faser differenzirt hat. Bei *c* hat sich die linke Hälfte des Rings zu 2 rechtwinklig gebogenen Fasern gesondert, während das Korn rechts sich vergrössert, die unter ihm befindliche Faser sich verkürzt, abgeschnürt und in ein kleineres Korn umgewandelt hat. Bei *d* ist von der ursprünglichen Anord-

nung der Theile gar nichts mehr zu erkennen, da das centrale Korn sich getheilt hat und aus den Resten des Fadenrings sich 2 derbere, in je einen Fortsatz auslaufende Körner entwickelt haben, die ein bogenförmiges Fadenstück mit knopfförmigen Enden zwischen sich fassen.

Fig. 60 *a* u. *b*. Grösserer protoplasmatischer, 2 Vakuolen einschliessender Körper, der seine Form ändert, während sich in ihm 3 weitere Vakuolen entwickeln.

Fig. 61 *a*—*d*. Successive Veränderungen des verzweigten, eine Vakuole einschliessenden Körpers *a*. In *b* hat sich derselbe zu zierlichen Netzen mit einzelnen sehr weiten Maschen differenzirt, ist in *c* unter Veränderung seiner Form wieder homogen geworden und enthält längs seiner ausgezackten Ränder 4 Vakuolen von verschiedener Grösse. In *d* hat seine Masse durch Verschmelzen mit benachbarten Körnern sehr beträchtlich zugenommen, und quer durch dieselbe erstreckt sich eine nach den Rändern zu sich verbreiternde, in der Mitte von 2 Vakuolen eingefasste Netzschicht, deren Maschen gleichmässig weit und enger sind als in *b*.

Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

Fig. 1.

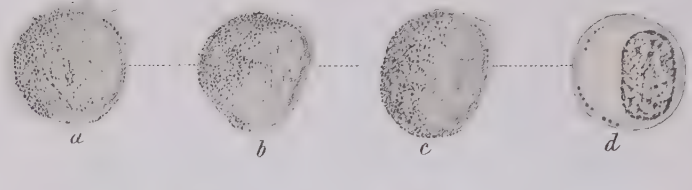


Fig. 2.

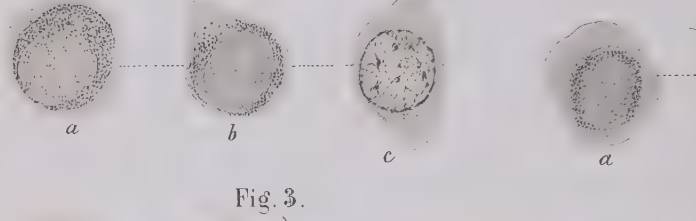


Fig. 3.

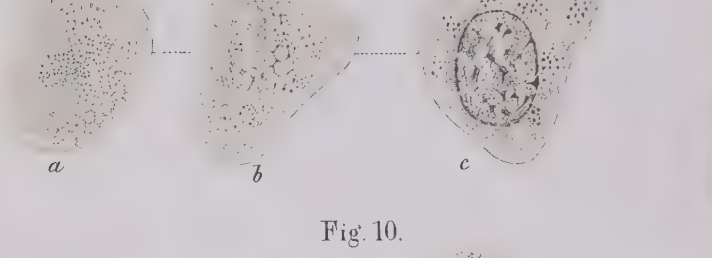


Fig. 10.

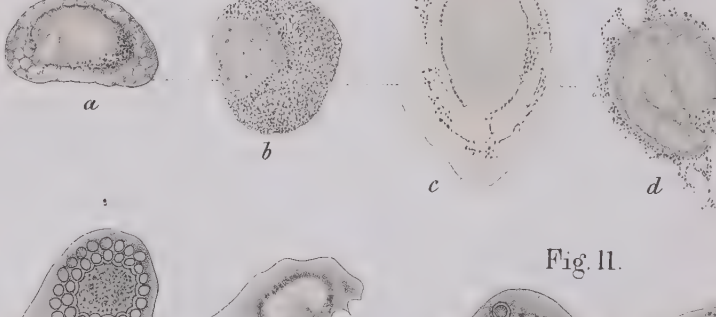
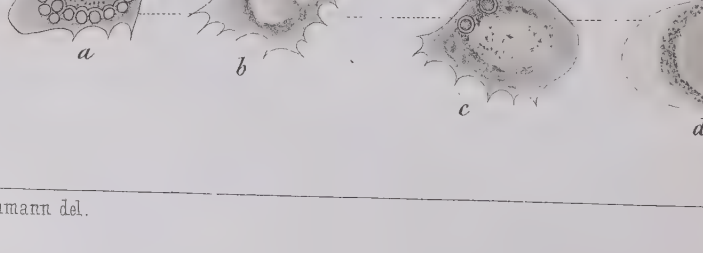


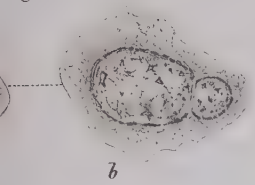
Fig. 11.



K. Frommann del.

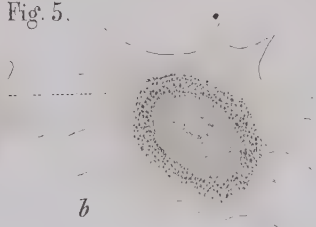
Verlag v

Fig. 4.



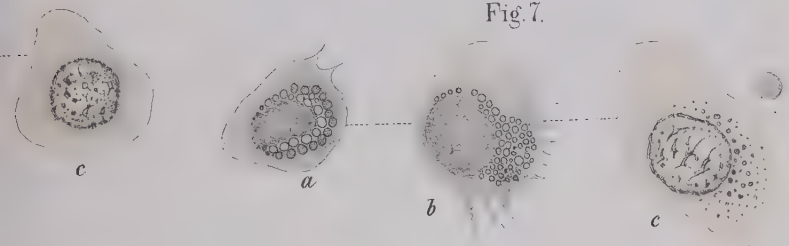
b *a*

Fig. 5.



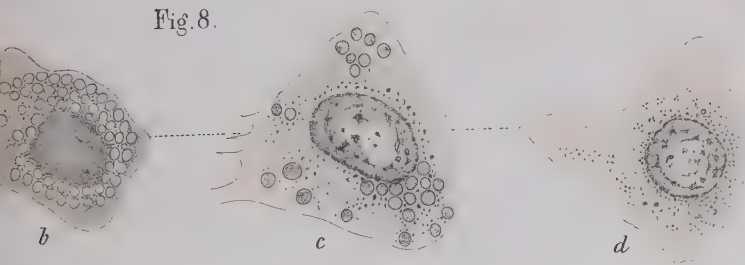
b

Fig. 7.



c *a* *b* *c*

Fig. 8.



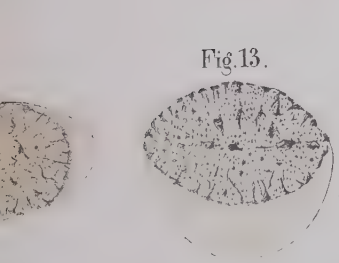
b *c* *d*

Fig. 9

Fig. 12.

b *c*

Fig. 13.



a *d*

Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

Fig. 14.

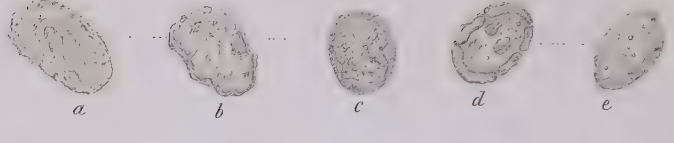


Fig. 15.

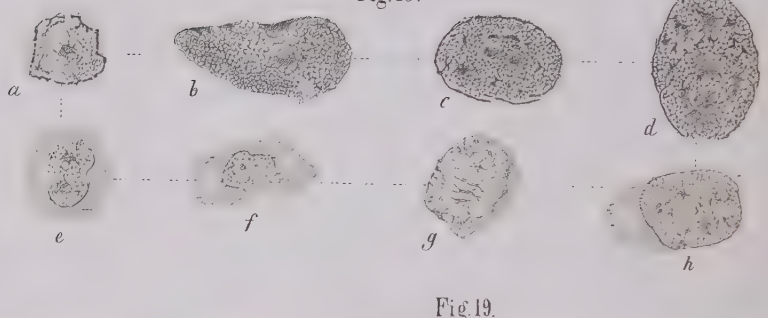


Fig. 19.

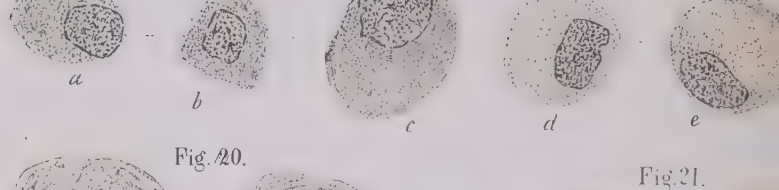


Fig. 20.

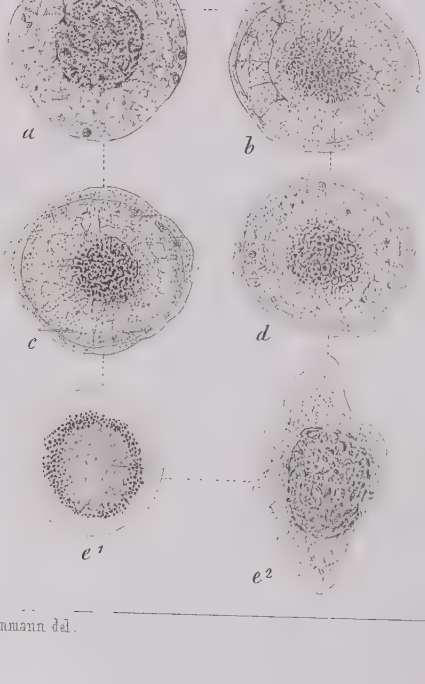


Fig. 21.

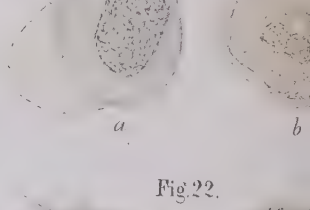
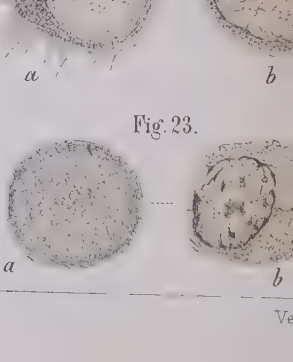


Fig. 22.

Fig. 23.



K. Frommann del.

Fig. 16.

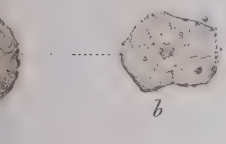


Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 30.

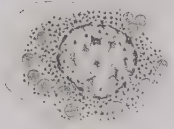


Fig. 24.

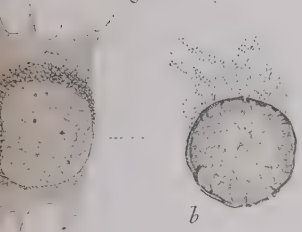


Fig. 29.

Fig. 27

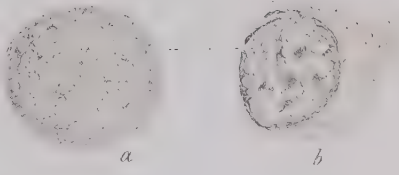


Fig. 25.

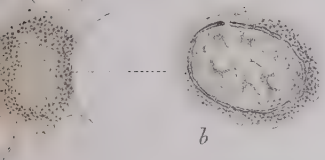


Fig. 28.

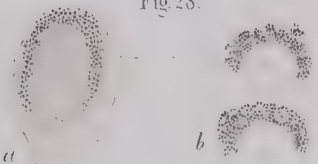
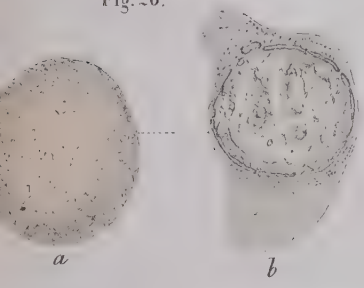
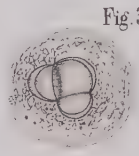


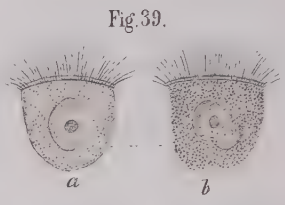
Fig. 26.

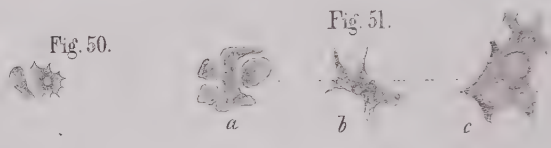


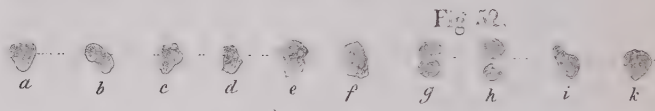
her i. Jena.

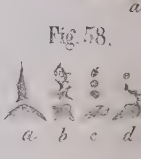
Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena

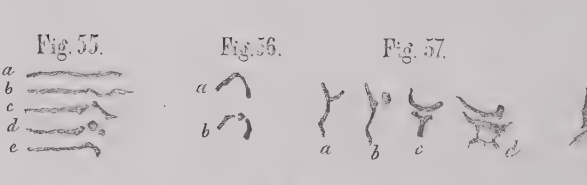












K. Frommann del.

Fig.35.

Fig.36.

Fig.37.

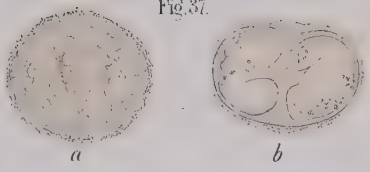


Fig.41.

Fig.42.

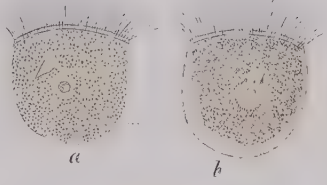


Fig.43.

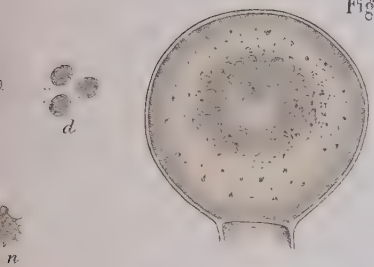


Fig.44.

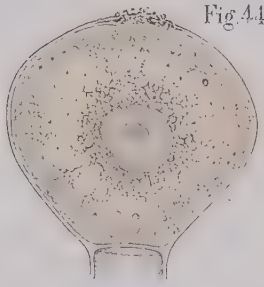


Fig.45.

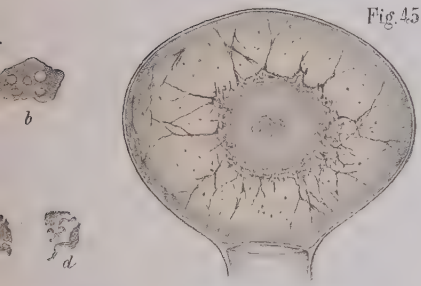


Fig.46.

Fig.49.

Fig.47.

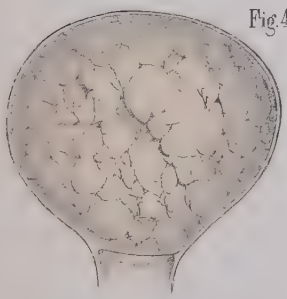


Fig.48.

2.Am.248.
Untersuchungen uber Struktur, L1884
Countway Library BDX3
3 2044 045 562 65

2.Am.248.
Untersuchungen uber Struktur, L1884
Countway Library BDX35
3 2044 045 562 659